

**NOUVEAU
MANUEL
COMPLET DES
ALLIAGES
MÉTALLIQUES...**

Auguste Hervé







ENCYCLOPÉDIE-RORET.

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DES

A L L I A G E S

MÉTALLIQUES.

AVIS.

Le mérite des ouvrages de l'Encyclopédie-Roret leur a valu les honneurs de la traduction, de l'imitation et de la contrefaçon. Pour distinguer ce volume il portera, à l'avenir, la véritable signature de l'Éditeur.

A stylized, handwritten signature in black ink. The signature appears to be 'Roret' with a large, sweeping flourish underneath that forms a wide, open loop.

MANUELS - ROBERT.

NOUVEAU MANUEL COMPLET



DES

ALLIAGES MÉTALLIQUES,

CONTENANT

LA PRÉPARATION DE CES ALLIAGES; LEURS PRINCIPALES
PROPRIÉTÉS; LEUR EMPLOI; LEUR EMPLOI DANS
LA NATURE; LEUR ANALYSE, ETC.

Par A. HERVÉ,

OFFICIER SUPÉRIEUR D'ARTILLERIE;
ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.



—♦♦♦♦♦—

PARIS,

À LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE ROBERT,
RUE D'ARTÈME, N° 10 BIS.

1839.

61

B. 12. 6. 69

AVANT-PROPOS.

Les Notions que nous possédons sur les Alliages Métalliques sont disséminées dans un grand nombre de traités de chimie, de métallurgie, etc.

Ces ouvrages sont pour la plupart assez chers et volumineux.

J'ai pensé qu'il y aurait quelque utilité à rassembler ces matériaux, à les coordonner, à en faire un tout qui présentât l'état actuel de nos connaissances sous ce rapport.

D'ailleurs, les immenses progrès de la chimie, depuis un quart de siècle, ses applications nombreuses dans les arts, obligeront sans doute, tôt ou tard, à écrire des traités spéciaux pour chacune des principales branches de cette importante science. Chacun pourra ainsi se procurer facilement, et à peu de frais, la partie qui l'intéresse le plus particulièrement, soit sous le rapport scientifique ou dans des vues industrielles. C'est ce que j'ai essayé de faire pour ce qui concerne les Alliages Métalliques.

J'ai cru devoir adopter l'ordre alphabétique comme étant le plus commode pour les recherches à faire.

Les métaux ont été rangés par ordre de leurs initiales :

a, b, c, d, ...	x
Puis combinés deux à deux :	
ab, ac, ad, ...	ax
bc, bd, ...	bx
Trois à trois :	
abc, acd, bcd, ...	

et ainsi de suite.

Pour présenter un travail aussi complet que possible, j'ai admis 44 métaux, y compris :

L'ammonium, le sélénium et le silicium.

Chacun sera libre de considérer la nature intime de ces corps comme il l'entendra.

Je me suis occupé du fer sous ses trois états différents de :

Fer cru ou de fonte,

Fer ductile ou forgé,

Acier.

J'ai placé à la suite de la table alphabétique, principalement dans l'intérêt des arts industriels, une table raisonnée faisant ressortir surtout les choses usuelles contenues dans ce livre. Il a été publié dans un but d'utilité; puisse-je l'avoir atteint ou du moins en être approché! J'ai, en tous cas, l'espoir que les bons esprits me tiendront compte de mes intentions et de mes efforts.

Je reçois avec reconnaissance toutes les Observations qui tendront à perfectionner ce travail, en me signalant les erreurs ou omissions que j'ai pu faire involontairement.

NOUVEAU MANUEL

DES

ALLIAGES MÉTALLIQUES.



ALLIAGES BINAIRES.

1. *Acier (3) et Aluminium.*

Ces deux métaux sont susceptibles de s'allier l'un à l'autre. L'alliage est blanc, très-fragile, à structure grenue.

L'analyse du *wootz*, ou acier de l'Inde, démontre qu'il contient une faible portion d'alumine (entre 0,024 et 1,3 pour cent) et de silice, et que ce sont ces terres ou leurs bases qui donnent au *wootz* son caractère particulier, consistent à présenter, même après plusieurs fusions successives, une surface damassée, après qu'on l'a forgé, poli et soumis à l'action de l'acide sulfurique affaibli.

MM. Stodart et Faraday, après avoir trouvé les parties constituantes de cet excellent acier, firent un grand nombre d'expériences dans le dessein de former une combinaison pareille : ils y réussirent enfin, et l'on doit à leurs intéressantes recherches le manière suivante de se procurer une imitation du *wootz*.

Soumettez de l'acier en petits morceaux à une forte chaleur prolongée long-temps : il se formera un carbure sensiblement cristallisé, que vous casserez et réduirez en poudre dans un mortier. Mêlez-le à de l'alumine pure, mettez le mélange dans un creuset que vous chaufferez fortement et long-temps ; vous aurez un alliage cassant, de couleur blanche, d'une texture granuleuse. Prenez alors 40 parties de cet alliage, fondez-

(3) *Note.* Nous avons compris l'acier dans notre travail comme si c'était un métal particulier, bien qu'il soit en réalité un composé de fer et de carbone. Il nous a paru important de considérer le fer sous ses trois états de fer cru, de fer distillé et d'acier.

les avec 700 parties de bon acier; vous avez un bouton malléable, qui, après avoir été forgé et poli, présentera, si vous appliquez dessus de l'acide sulfurique étendu, ce beau damasché qui est particulier au moët.

L'opération réussit aussi en employant 500 parties du même acier et 87 parties de l'alliage d'aluminium.

La pesanteur spécifique de ce moët, non battu, est de 7,465.

Cependant, M. Sarsen, qui a examiné sous l'influence de l'alumine sur les qualités des fers et des aciers, ne partage point l'opinion de MM. Stodart et Faraday à cet égard. En revanche, M. le lieutenant-colonel Fischer, de Schaaffouse, a fait les expériences suivantes, qui semblent confirmer cette dernière.

Lorsqu'on expose du fer en barres, de l'acier et surtout de la fonte grise, entourés de beaucoup de charbon, à un feu violent pendant plusieurs heures, il se forme à la surface du métal fondu une espèce de graphite ou de carbure qui se présente sous la forme de lamelles très-minces, brillantes comme le fer oligiste, mais molles et qui tachent le papier.

M. le lieutenant-colonel Fischer, de Schaaffouse, a mêlé 1 loth $\frac{3}{4}$ (le loth équivalant à 15 grammes) de ce graphite avec un poids égal d'alumine pure pulvérisée, et il a exposé le mélange dans un creuset bien luté, pendant une demi-heure, à une chaleur assez forte pour fondre le fer malléable. Il a trouvé au fond du creuset un calet qui pesait précisément 1 loth; sa cassure était grasse, de couleur argentine tirant un peu sur le jaune. Il était recouvert d'une poudre noire, exhalant une forte odeur de soufre et du poids de 1 loth.

Après l'ait fondre de nouveau le régule dans un creuset luté avec 10 fois son poids d'acier fondu, M. le colonel Fischer a obtenu un lingot cristallisé à sa surface, au rayon partant de divers centres, et dont la scorie qui le recouvrait avait pris l'impression; la surface de cette scorie était comme argentée; le lingot pesait 10 $\frac{1}{2}$ loth; quoique sa cassure fût très-lameuse, il était malléable. On parvint à l'étrier, sans ferrer ni gréger, en un barreau de 11 pouces (0^m, 278) de longueur sur 3 lignes (0^m, 007) de largeur et une demi-ligne (0^m, 0033) d'épaisseur. M. Fischer en cassa un bout à froid, et il trouva que le grain n'en était pas aussi beau

que celui de son acier-fondé ; mais, après l'avoir trempé, chauffé seulement au bleu, il prit un grain si fin qu'on ne pouvait plus le distinguer à l'œil nu, et il acquit une dureté surprenante ; sa surface polie se damasquait très-promp-tement lorsqu'on l'exposait à l'action de l'acide sulfurique étendu : M. Fischer en a fait faire deux canifs qui se sont montrés excellents. L'auteur de ces expériences en conclut que l'acier paraît être insensible des'allier avec l'aluminium et avec le graphite, et qu'il résulte de cet alliage un métal qui se rapproche du wootz, ainsi que l'a avoué M. Faraday.

M. Faraday a trouvé dans le wootz entre 0,024 et 1,5 p. $\frac{3}{10}$ d'alumine ; mais une analyse faite également par M. Karsten sur du wootz véritable, lui a donné des résultats tout différents. Dissous dans l'eau régale, cet acier n'a laissé pour résidu qu'une trace de silice. Selon M. Faraday, la même dissolution, opérée par lui, n'aurait contenue que du fer et l'alumine se serait trouvée en entier dans le résidu. La liqueur concentrée avec l'acide acétique en excès laisse précipiter, par l'hydro-sulfate d'ammoniaque, du fer et à peine 1 p. $\frac{7}{10}$ de manganèse. Elle fut ensuite évaporée jusqu'à siccité.

Par l'incinération, on a retiré du résidu obtenu, 0,54 p. $\frac{3}{10}$ de cendres blanches, composées d'acide phosphorique, de silice et d'acide de titane ; mais on put à peine reconnaître une trace d'alumine.

Il résulte du moins de cet essai, selon M. Karsten, que ce n'est point à la petite quantité d'aluminium, qui pourrait exister dans le wootz, qu'on doit attribuer la bonne qualité des aciers Indiens.

Il est de plus à remarquer que les autres fers et aciers que M. Karsten a analysés, ne lui ont jamais présenté que des traces d'alumine qu'il était impossible de doser ; mais les plus faibles traces se sont toujours trouvées dans les fers cassants à froid. M. Karsten ne doute point, d'après cela, que l'aluminium n'exerce une mauvaise influence sur la ténacité du fer. Mais il trouve juste l'assertion de MM. Stodart et Faraday, que le fer forgé et l'acier se conduisent différemment dans leurs combinaisons avec d'autres métaux ; et il admet qu'une petite dose de substance étrangère, insuffisante pour être nuisible à la résistance de l'acier, puisse détériorer le fer. Peut-être, dit-il, en est-il ainsi de l'aluminium.

2. *Acier et Argent.*

Ces deux métaux forment une combinaison intime dans certaines proportions. MM. *Stodart* et *Faraday* ont fait beaucoup de recherches à ce sujet. En voici le principal résultat.

Si l'on mêle de l'acier fondu avec $\frac{1}{1000}$ de son poids d'argent, et qu'on chauffe convenablement dans un creuset, on obtient, après la fusion, une combinaison intime, dans laquelle il est impossible de découvrir une trace d'argent libre, même avec la meilleure loupe.

Cet alliage a une très-belle apparence à sa surface et dans sa cassure; il est plus dur que le meilleur acier fondu ou même que le meilleur wootz de l'Inde, sans aucune disposition à se gercer sous le marteau ou à la trumpe. Il ne le cède en rien à l'acier qui contient du rhodium, et il a en outre l'avantage de coûter peu. On en a fait plusieurs objets pour des usages variés, et tous étaient d'une qualité supérieure. Il est probable qu'en en fero l'application, non-seulement à la coutellerie, mais encore à la fabrication des poignards ou couteaux.

L'argent, combiné avec l'acier de l'Inde, servira aussi avec avantage dans la construction des coins propres à frapper les médailles.

Avec une proportion d'argent inférieure ou supérieure à $\frac{1}{1000}$, on n'obtient pas une combinaison homogène, mais un simple mélange mécanique dans lequel on découvre aisément à l'œil nu, ou avec une loupe, de nombreuses fibres d'argent; le couvercle du creuset est aussi, après le refroidissement, tapissé de petits globules d'argent semblables à une rosée.

MM. *Stodart* et *Faraday* ont essayé de combiner l'acier avec l'argent, en recouvrant la première de feuilles d'argent et le cimentant ensuite, mais l'argent se fondit à la surface de l'acier, sans pénétrer dans l'intérieur.

M. le lieutenant-colonel *Fischer*, de Schaffhouse, rend compte de la manière suivante, d'essais qu'il a faits pour allier l'argent et l'acier, et dont les résultats ont été conformes à ceux obtenus par MM. *Stodart* et *Faraday*.

Je remplis deux creusets, chacun de 25 livres (12 $\frac{1}{2}$, 257) d'acier fondu; je mis dans l'un de ces creusets $\frac{1}{20}$ de livre

(94, 9244) d'argent et je fis fondre, et je jetai dans l'entre creux la même quantité d'argent après que l'acier fut fondu : il s'y enfensa aussitôt à cause de sa pesanteur spécifique. Je versai le mélange avec une barre de fer enduite d'une couche mince d'argile, et peu de temps après je coulai la matière contenue dans chaque creux dans une lingotière.

Après avoir tiré les deux lingots, je ne trouvai entre eux aucune différence. Les barreaux se laissent scier parfaitement ; j'en fis faire des rasoirs et des ciseaux à tailler les limes : les rasoirs étaient excellents : les ciseaux se trouvaient d'abord moins durs que ceux qu'on fabrique avec l'acier fondu ordinaire : mais en les trempant à une température un peu plus élevée, ils prirent toute la dureté désirable sans devenir cassants. M. le colonel Fischer répéta ces essais sur des masses de 100 livres (45^k, 350), et obtint toujours les mêmes résultats.

3. Acier et Arsenic.

Ces deux métaux peuvent s'allier, du moins dans certaines proportions.

Ainsi, 40 parties de limaille d'acier s'unissent, par le fusion, avec 43 parties d'arsenic ; la masse métallique qui en résulte est, d'après M. Wenzel, plus fusible que le fer.

4. Aluminium et Arsenic.

On obtient une combinaison de ces deux métaux en les chauffant en poudre dans un tube de verre. Cette combinaison ne donne lieu, selon M. Thénard, à aucun dégagement de lumière. M. Berzelius procéda au contraire qu'en chauffant jusqu'au rouge un mélange de ces deux métaux, ils se combinent avec dégagement de lumière.

L'arsénure d'aluminium est un composé pulvérulent, d'un gris foncé, qui prend l'éclat métallique par le frottement ; jeté dans l'eau, il n'éprouve d'altération qu'au bout de quelque temps ; il se décompose lentement à froid, plus rapidement à chaud, en dégageant du gaz hydrogène arsénique.

À l'air, cet arsénure exhale, selon M. Berzelius, une faible odeur de gaz hydrogène arséné.

5. *Antimoine et Argent.*

Ces deux métaux se combinent très-bien, en toutes proportions. L'alliage est blanc, mais d'autant moins qu'il renferme plus d'antimoine, fusible, cristallisable et cassant. Il est décomposé par le chaleur en un alliage peu chargé d'antimoine qui devient alors tout-à-fait stable.

Cet alliage se rencontre dans la nature; il est connu sous le nom d'argent antimonial. C'est un minéral assez rare; on l'a rencontré en Espagne, près de Guadalcanal et en Souabe, dans la mine de Saint-Wenceslas.

Ce dernier est très-cassant, lamelleux comme le régule d'antimoine et plus gris.

Klaproth a analysé deux minéraux, le *sibérioprogfenters* de Yenzel et le *springfentziller* d'Andersberg, qui constituaient deux espèces d'antimoniures bien distinctes; il y a trouvé :

	<i>Sibérioprogfenters.</i>		<i>Springfentziller.</i>
Argent. . .	0,825 3 at.	. .	0,770 1 at.
Antimoine. .	0,177 1 id.	. .	0,230 1 id.
	—		—
	1,000		1,000

Ces antimoniures sont d'un blanc d'argent ou d'un blanc d'étain, tendres, à cassure lamelleuse; leur pesanteur spécifique est de 9,44 à 9,82. On les trouve cristallisés sous forme de prismes rectangulaires ou de prismes hexaèdres réguliers.

Au chalumeau, dans le tube ouvert, ils dégagent beaucoup d'oxide d'antimoine, et le grès qui reste s'entoure d'un cône vitreux d'un jaune sombre; sur le charbon ils fondent aisément et dégagent de la fumée comme l'antimoine pur, mais moins abondamment; au bout d'un certain temps le globe devient blanc, mat et cristallin; plus tard il se recouvre d'une surface lisse comme du verre; enfin, après une insufflation continue, il ne reste plus que de l'argent pur; chaque fois que le bouton se fige il devient incandescent au moment où il se solidifie.

Il paraît certain, dit M. Berthier, que l'argent et l'antimoine se trouvent encore combinés dans d'autres proportions que celles indiquées ci-dessus.

Par exemple, on en trouve également un contenant, selon M. Berthier :

3 st. Antimoine.	0,545
1 fd. Argent.	0,455

Les antimoniores d'argent sont très-fusibles, et complètement décomposés par la coupellation ou par la fusion avec le nitre; l'argent reste pur.

6. Antimoine et Arsenic.

Ces deux métaux sont susceptibles de s'allier en toutes proportions par la chaleur; la combinaison a lieu avec dégagement de lumière. Ils forment par leur union une masse métallique grise, sèche, que l'on trouve dans la région minérale.

Selon M. Berthier, l'arsénifère composé de

Antimoine.	0,6514	1 st.
Arsenic.	0,3486	1 fd.

est fusible au rouge naissant, compacte, tenace, à cassure gemme et cristalline, d'un blanc grisâtre.

L'arsénifère, composé de

Antimoine.	0,432	1 st.
Arsenic.	0,568	2 fd.

se ramollit sans se fondre à la chaleur rouge-vif, et produit des vapeurs qui se condensent en petits cristaux. Il a la même couleur que le précédent; sa cassure est lamellaire.

Ces arsénifères se décomposent complètement par une chaleur suffisamment élevée, et tout l'arsenic s'en dégage.

L'antimoine natif est très-souvent combiné avec de l'arsenic, et, à ce qu'il paraît, selon M. Berthier, en proportion indifférente. Quand il en renferme beaucoup, comme celui qu'on rencontre dans quelques parties de la mine d'Alleront, il a une structure testacée. Il est très-éclatant, mais il se ternit promptement à l'air. — Au chalumeau, seul dans le matras, il donne un sublimé d'arsenic considérable, et le résidu chauffé sur le charbon se comporte comme de l'antimoine pur, mais répand une fumée dont l'odeur est très-amenable.

M. Serravallo ayant trouvé de l'arsenic dans tous les antimoines et dans la plupart des préparations de ce métal, en avait conclu que probablement il n'y avait point dans la nature d'antimoine sans arsenic. Cependant, il existe en France,

dans le département de l'Allier, district de Montluçon, une mine d'antimoine qui fait exception à cette règle, car M. Serullas n'y a point trouvé d'arsenic.

Selon M. DuRoi, on peut séparer tout l'arsenic de l'antimoine en traitant le sulfure par le spath fluor et l'acide sulfurique; mais il ne faut pas se servir de vase de plomb, parce que ce métal réduit les combinaisons arsenicales.

D'après M. Berzélius, l'antimoine peut se	
combinaison avec	$\frac{1}{17}$ d'arsenic.
Selon Berzélius	$\frac{1}{18}$ id.
Et suivant Wenzel	$\frac{2}{100}$ id.

L'antimoine devient par là plus fusible et sa cassure plus claire.

Achard ayant fait fondre de l'antimoine avec une égale quantité d'arsenic et une fois et demie autant de potasse, obtint une masse métallique très-brillante, mais extrêmement aigre et dont la cassure étoit plus fortement lamelliforme que celle de l'antimoine pur.

Cadet signale aussi les alliages d'antimoine et d'arsenic, comme étant à petites facettes, très-aigres, très-durs et faciles à fondre.

T. Argent et Arsenic.

L'argent s'allie très-aïsement à l'arsenic, et il en retient une partie, même au feu le plus violent.

Cet alliage peut être formé directement; il est, selon M. Berzélius, très-cassant et blanchâtre.

D'après Cadet, il seroit jaunâtre ou gris obscur, sans ductilité et sans usage.

M. Thénard dit que l'argent fondu prend les $\frac{7}{100}$ environ de son poids d'arsenic, et que cet alliage est jaune, cassant, et ne sert à aucun usage.

Suivant Wenzel, l'argent le plus pur peut se combiner avec un peu plus du quart de son poids d'arsenic: il en devient plus fusible, très-aigre, et il présente une cassure noire.

L'arsenic blanc sans addition d'un corps hydrogéné, pénètre beaucoup moins l'argent; mais, par une forte chaleur, il occasionne la volatilisation d'une partie de l'argent.

D'après Achard, de l'arsenic distillé avec une égale quantité d'argent, mais sans avoir été mis en fusion, présente une cassure un peu ardoisée, après avoir été fondu ensuite dans un creuset couvert.

Selon M. Berthier, l'arséniure d'argent, composé de

Argent.	0,853	100	2 at.
Arsenic.	0,148	17,27	1 id.

est d'un gris foncé; mat, cassant; sa structure est cristalline et squilleuse. Il prend l'éclat métallique et le lueur de l'argent par le frottement. Il est très-fragile et indurcissable par la chaleur. On le prépare aisément en fondant ensemble de l'argent en poudre, de l'acide arsénieux et du Soufre noir.

La combinaison de ces deux métaux se rencontre, dit-on, dans la nature, quoique très-rarement; les minéralogistes lui ont donné le nom d'argent arsenifère.

Cependant, M. Berthier regarde l'existence d'un arsénure d'argent comme n'étant pas certaine: plusieurs minéralogistes l'admettent d'après l'analyse que Klaproth a faite d'un minéral d'Andriessberg, qui lui a donné

Argent.	0,4275	} 0,8610
Arsenic.	0,5500	
Fer.	0,4435	
Antimoine.	0,0400	

Mais, M. Berthier pense qu'il est plus probable que c'est un mélange d'arséniure de fer et d'antimoniure d'argent. Ce minéral est d'un blanc d'étain, lamelleux, tendre et fragile; cristallise en prismes et en pyramides hexaèdres. On en a trouvé de semblable à Guadalcanal, en Espagne.

3. Antimoine et Bismuth.

Le bismuth s'allie en toutes proportions à l'antimoine.

D'après M. Thomson, ces alliages sont cassants. Leur pesanteur spécifique est plus grande que celle moyenne des deux métaux composants.

Le bismuth communique à l'antimoine, comme à tous les métaux auxquels il s'allie, une grande fluidité.

3. Argent et Bismuth.

Ces deux métaux se combinent facilement par la fusion. Le colour de ces alliages est à peu près celle du bismuth; sa texture est lamelleuse et sa pesanteur spécifique plus considérable que celle moyenne des deux métaux. Cet alliage est algre et cassant.

Selons Muschenbroek, la pesanteur spécifique d'un al-

Alloy à parties égales de bismuth et d'argent, est 10,7097.

Selon M. Berthier, l'alliage, composé de

Argent.	0,47	3 al.
Bismuth.	0,53	1 cl.

est d'un blanc qui se rapproche beaucoup de la couleur de l'argent, mou, mais fragile : il s'aplatit un peu sous le marteau avant de se briser; sa cassure est cristalline et peu éclatante.

Il peut être décomposé par la coupellation comme l'alliage d'argent et de plomb; aussi a-t-on proposé de s'en servir à la place de ce dernier, pour l'affinage de l'argent par la coupellation.

M. Chaudet a trouvé que le bismuth est préférable au plomb, en ce qu'on peut l'employer en moins grande quantité; que son oxyde fondus est plus coulant et pénètre plus facilement dans la coupelle; enfin, que l'opération marche avec plus de rapidité.

La quantité nécessaire pour la coupellation est à celle du plomb, en sens inverse de leurs capacités de saturation, c'est-à-dire $7,7 : 11,3$. Avec cette donnée, on peut calculer la proportion de bismuth d'après celle du plomb.

Voici d'ailleurs une table dressée par M. Chaudet, d'après des expériences directes, des quantités de bismuth nécessaires pour faire les essais d'argent.

TITRE DE L'ARGENT.	Quantité de bismuth ajoutée à l'arg. avant les dis- cours concen- trés.	Poids de bis- muth nécessai- res pour l'affi- nage complet de l'argent.	Rapp. qui existe entre le bismuth et le cuivre.
Argent à 1000	0	$\frac{7}{113}$	0
950	50	200	40
900	100	5	30
850	200	6	50
700	300	8	60,6
600	400	10	25
500	500	11	22
400	600	12	30
300	700	13	17
200	800	13	18
100	900	13	13,3
Cuivre pur.	1000	8	8

Mais le bismuth, indépendamment de son prix plus élevé, a l'inconvénient d'entrer en ébullition, et de rompre quand la cupellation exige une forte chaleur.

Il est à observer en outre :

1^o Que le bismuth, donnant à ses alliages une très-grande fluidité, et favorisant ainsi l'introduction d'une plus grande quantité d'argent ou d'or dans les pores des coupelles, ne peut point non plus, et lors même qu'il est parfaitement pur, servir à déterminer le titre de ces matières en suivant le procédé en usage, et qu'il ne devient propre à ces opérations, qu'en employant des coupelles moins perméables que celles employées ordinairement.

2^o Que le bismuth propre à cette opération est celui qui ridet, au moyen du flux noir, des coupelles dans lesquelles on l'a fait passer, ne laisse rien au-dessus de ce vase, qu'il doit colorer en beau jaune orangé.

3^o Enfin, qu'en comparant le manière dont se comportent le bismuth et le plomb dans l'opération de la cupellation en petit, on trouve qu'avec le bismuth le bain est rarement rond; que les points lumineux sont sensiblement moins intenses, surtout vers la fin de l'essai; que le mouvement dont le métal est agité durant l'opération est moins rapide; que l'éclair est plus prononcé, mais qu'il lui faut beaucoup moins de temps pour se produire, à température égale; que l'essai n'est pas parfaitement rond à tous les titres; qu'il ne cristallise presque jamais; adhère quelquefois légèrement à la coupelle; doit être fait à une plus basse température; régit beaucoup plus rarement, et, suite naturelle de la plus petite quantité de bismuth employée, donne des coupelles d'une couleur presque noire, au lieu du vert foncé dont sont colorées les coupelles dans lesquelles on a passé des essais avec le plomb.

L'argent se trouve à l'état métallique, combiné avec le bismuth.

En traitant l'argent de la galène qui se trouve dans la mine de cuivre de Fahlun en Suède, il est arrivé quelques-fois que l'argent se ligait vers le fin de l'opération, et produisant une excroissance dont la forme se rapprochait de celle du chou-fleur, et qu'on était obligé de cupeller avec une nouvelle quantité de plomb : on a remarqué que, dans ce cas, il restait aussi de l'argent dans la coupelle. M. Berzelius a examiné un échantillon d'argent ainsi ligé, a trouvé qu'il contenait du bismuth.

10. Arsenic et Bismuth.

Gellert n'admet point que ces deux métaux puissent s'allier l'un à l'autre. Mais cette opinion est contraire à celle de plusieurs autres chimistes distingués, au nombre desquels on trouve M. Berzelius qui reconnaît que le bismuth a de l'affinité pour l'arsenic. Il est d'ailleurs constaté maintenant que le bismuth du commerce contient toujours un peu d'arsenic et par cette raison ne peut pas servir à déterminer le titre des matières d'or et d'argent. (Voyez l'article *Argent et Bismuth*.) En se vaporisant, l'arsenic projette en dehors des capsules une plus ou moins grande quantité des métaux précieux dont on recherche les proportions, et lors même que ce phénomène n'est point sensible à l'œil.

Le bismuth peut s'allier à $\frac{1}{11}$ d'arsenic, d'après Wenzel ou à $\frac{1}{110}$ seulement d'après Bergmann. Il a alors une cassure plus brillante et à grandes scailles.

En soumettant un alliage de ces deux métaux à l'action de la chaleur, on peut en chasser presque entièrement l'arsenic; d'après Bergmann, le résidu de bismuth fondu ne contient plus que $\frac{1}{110}$ d'arsenic, et même, selon M. Berthier, que $\frac{1}{120}$ tout au plus.

D'après M. Berzelius, on obtient cet arseniure par la voie humide, quand on décompose un sel bismuthique par le gaz hydrogène arséniqué, mais ce composé ne résiste pas à la distillation.

L'alliage de ces deux métaux est plus cassant et plus fusible que le bismuth.

Selon M. Berthier, le bismuth rend l'arsenic très-combustible : lorsqu'une fois l'arsenic bismuthique a été enflammé par le grillage, il continue à brûler jusqu'à la fin après qu'on l'a retiré du feu, et lors même qu'on le met en contact avec un corps froid; un centième de bismuth peut communiquer cette grande combustibilité à l'arsenic.

Cette propriété du bismuth a été constatée également par M. Fischer.

11. Acier et Chrome.

On peut allier ces deux métaux. Les premiers essais de ce genre sont dus à M. Berthier ; il s'est servi des alliages de fer et de chrome pour introduire ce dernier métal dans l'acier fondu,

et il a trouvé que l'acier allié de chrome a des propriétés qui peuvent le rendre précieux pour plusieurs usages.

Il mit 10 parties de fer chromé naturel avec 6 parties de brique de fer et 10 de verre exempt de métal ; et en faisant fondre le mélange dans un creuset broqué, à la chaleur qu'on emploie ordinairement dans les usels des mines de fer, il obtint 7 parties de chromure de fer, sous forme d'un régule fondu.

Il combina ensuite cet alliage avec de l'acier, dans des proportions telles, que l'acier contint un à un et demi pour cent de chrome. Cet acier parut être très-bon ; et de même que l'acier indien, il se damasquina quand, après avoir poli sa surface, on la traita par de l'acide sulfurique étendu. Ce damasqué est très-beau ; il offre des veines agréablement variées et d'un blanc d'argent très-brillant, il ressemble beaucoup à celui qu'on obtient en alliant l'argent à l'acier. Les parties blanches sont probablement du chrome pur sur lequel on sait que les acides n'ont pas d'action.

M. Berthier pense que l'emploi de cet acier serait d'un grand avantage pour la fabrication des lames de sabre et de beaucoup d'instruments de coutellerie fine.

En préparant ces alliages en grand, il conviendrait de substituer l'acier élément à l'acier fondu.

Au reste, cet alliage se fabriquait en grand, il y a peu de temps, mais nous ne savons d'après quel procédé, dans les environs de Liège.

MM. Stodart et Faraday ont fait deux expériences analogues et postérieurement aux essais de M. Berthier :

1000 grains (33 gram., 1) d'acier avec 16 (6 gram., 55) de chrome furent mis par eux dans un de leurs meilleurs creusets et exposés à la chaleur d'un excellent fourneau à vent : les métaux furent fondus, et on les tint dans cet état pendant quelque temps.

Le bouton fut trouvé bon et se forgera bien : quoique dur, il se montra aucune disposition à se gercer ; sa surface ayant été polie et légèrement attaquée par l'acide sulfurique faible, montra une apparence cristalline ; les cristaux ayant été allongés par le marteau et la surface polie de nouveau, on obtint avec l'acide un très-beau damasqué.

Dans une seconde expérience, on avait allié 48 grains (3 gram., 55) de chrome par 1000 grains d'acier, et on obtint un bouton beaucoup plus dur que le premier ; il était cependant aussi mallable que le fer, et donna également un très-beau damasqué.

À cette occasion, on observa un phénomène très-curieux : on colora le damasné en polissant l'acier, et on le rétablit par la chaleur seule sans le secours d'aucun acide.

12. Acier et Cuivre.

Ces deux métaux peuvent s'allier, mais on n'est point d'accord sur les qualités de cet alliage ; il est à croire cependant que le cuivre exerce une fâcheuse influence sur l'acier avec lequel on le combine, du moins sous quelques rapports.

MM Siodert et Faraday ont allié l'acier à 3 p. $\frac{9}{10}$ de cuivre, mais le métal obtenu ne semblait présenter aucun avantage. Bien qu'on ait traité quelquefois l'acier cuivreux, il paraît qu'il est inférieur à l'acier pur, quand ce dernier est de bonne qualité. M. Karsten penche vers cette opinion. M. Bréant prétend avoir obtenu aussi des allages ductiles de cuivre et d'acier, en portant le cuivre jusqu'à 3 p. $\frac{9}{10}$.

Mais M. Stengel de Lohr, près Siegen, a fait récemment des recherches fort intéressantes dans le but de reconnaître les véritables causes qui rendent certains aciers et certains fers peu soudables, c'est-à-dire cassants à chaud.

Contrairement à l'opinion généralement admise de la grande influence du soufre sur ces métaux, ce serait, d'après lui, la présence du cuivre qu'il faudrait attribuer les perçures, ou le manque de malléabilité et de soudabilité que l'on remarque souvent dans l'acier ou le fer. Enfin, la composition ou la nature des minerais employés à fabriquer de la fonte, est encore ce qui exerce le plus d'influence, non-seulement sur les propriétés et la qualité de cette fonte, mais aussi sur celle du fer ductile et de l'acier qu'on en obtient par l'alliage.

Pour faire ses recherches, M. Stengel a choisi diverses sortes d'aciers et de fers, tant du pays de Siegen, que des forges de la Styrie, et il a déterminé le cuivre contenu en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré dans une dissolution opérée dans l'eau régale, et après avoir filtré, le précipité brun qui se forma, lui indiqua la présence du métal qu'il cherchait, et lui donna le moyen de le doser.

C'est à l'aide de ce procédé qu'il a trouvé :

1^o Aucun indice de cuivre dans l'acier de Styrie fabriqué avec les fers ou fontes de Vordernberg, lequel est regardé comme le meilleur pour fabriquer les faux,

2^e 0,03 p. $\frac{1}{10}$ de cuivre dans le fer en barres de Dillenburg, provenant de minéral oxydé rouge.

3^e 0,01 p. $\frac{1}{10}$ de cuivre, dans le fer en barres des forges de l'Éiffel.

4^e 0,27 p. $\frac{1}{10}$ de cuivre, dans l'acier employé pour fales des coins pour le monnaie et par conséquent choisi parmi les meilleurs.

5^e 0,36 p. $\frac{1}{10}$ de cuivre, dans de l'acier provenant des minerais d'Eisenarz, en Styrie, qui montrent quelques taches de cuivre carbonisé vert.

6^e 0,40 p. $\frac{1}{10}$ de cuivre, dans une autre espèce d'acier de qualité supérieure.

7^e De 0,39 à 0,40 p. $\frac{1}{10}$ de cuivre, dans les fers de Siegen, qui, cependant, à raison de leur grande ténacité, sont employés à faire des cercles de machines.

8^e 0,62 p. $\frac{1}{10}$ de cuivre, dans une sorte d'acier de commerce.

Or, d'après M. Stengel, les premières apparences annonçant que le fer et l'acier sont un peu cassants à chaud, consistent en de petites fissures ou altérations qui se forment sur les faces élargies des barres ou des bandes minces fabriquées avec ces fers ou aciers; et ces indices se remarquent d'autant plus que le cuivre s'y trouve allié en plus forte proportion; et au contraire, lorsqu'il y a absence ou seulement une minime proportion de ce métal, ces surfaces demeurent toujours saines, et même pour la plupart, d'un blanc d'argent, tandis que dans les autres cas elles deviennent acérées.

Cette belle apparence a été observée avec les fers de Dillenburg et de l'Éiffel, qui contiennent peu de cuivre, et surtout avec l'acier de Vödersberg qui n'en contient pas du tout.

La découverte d'une aussi grande quantité de cuivre dans des aciers considérés comme d'une excellente qualité et employés à confectionner les objets les plus délicats, et que l'on débite dans toutes les parties du monde, a conduit M. Stengel à rechercher si les fers ou fontes employées pour fabriquer l'acier qui ne contiennent pas de cuivre, en contiennent elles-mêmes, et cela afin de savoir si ce métal est séparé plus ou moins complètement dans l'affinage pour acier; ce qui pouvait résulter de la méthode de fabrication en usage dans les différents pays d'où l'on tire l'acier.

En général, M. Stengel a trouvé dans les fontes une quan-

tité de cuivre notablement moindre que dans les aciers qui en provenaient; de sorte qu'il y a lieu de croire que pendant l'affinage il s'oxide très-peu de cuivre, et qu'il n'en passe que fort peu dans les scories, d'où il suit que ce métal se concentre dans l'acier.

Ainsi, par exemple, l'épée d'acier dans lequel il y avait 0,40 p. $\frac{1}{100}$ de cuivre, provenait du mélange de deux fontes, dont l'une, pour les deux tiers, en contenait seulement 0,18, et l'autre formant le tiers, 0,54; la moyenne étant de 0,355, se trouve de beaucoup au-dessous du contenu réel de l'acier (0,40).

M. Stangel pense qu'il en faut conclure que la scoriification du cuivre ne s'opère pas, à beaucoup près, dans la même proportion que celle du fer, et que peut-être même ne trouverait-on pas de traces de cuivre dans les scories qui se forment pendant l'affinage de la fonte pour en obtenir de l'acier. Toutefois, il reconnaît qu'il faudrait encore de nouvelles expériences pour mettre hors de doute le fait de la concentration du cuivre dans l'acier pendant sa fabrication.

13. Antimoine et Cobalt.

D'après M. Thomsen, cet alliage ne se fait pas comme : mais selon M. Berzelius, le cobalt forme avec l'antimoine un alliage cassant.

14. Antimoine et Cuivre.

Ces deux métaux se combinent promptement par la fusion en toutes sortes de proportions; tous ces alliages sont cassants. Ces métaux forment par leur union, à parties égales, un alliage cassant, d'une belle couleur violette, et dont la pesanteur spécifique surpasse, d'après Thomsen, celle moyenne des deux métaux séparément.

Cet alliage fut appelé par les alchimistes, *Régule de Vénus*.

D'après MM. Thénard et Dumas, la couleur violette s'obtient par l'union d'environ 25 parties d'antimoine à 75 parties de cuivre; cet alliage est cassant, lustré, susceptible d'un beau poli et plus fusible que le cuivre, cesse d'être violet quand il est formé de parties égales d'antimoine et de cuivre; à plus forte raison quand la quantité d'antimoine est plus grande que celle du cuivre; alors il devient blanchâtre.

MM. Cadet et Mackensie attribuent, au contraire, ainsi que M. Thomson, la couleur violette à l'alliage à parties égales de ces deux métaux.

Selon M. Berthier, l'alliage composé de

Cuivre.	0,595	3 gr.
Antimoine.	0,405	1 gr.

a une teinte violacée.

J'ai fait aussi, avec ces métaux, deux essais d'alliage, dans les proportions suivantes :

1 ^{re} cuivre rouge 2 parties.	Antimoine 1 partie.
2 ^{de} idem. 6	idem. 1

Je n'ai point examiné le lingot coulé avec le premier de ces deux alliages; mais le deuxième a présenté les caractères suivants :

Couleur raboteuse, grenue-lamellaire, terne; refleur d'un jaune blanchâtre, mêlé d'un jaune rougeâtre, chatoyant; ce qui m'a fait présumer que le cuivre était un peu en excès. Cet alliage était algre, quoique peu dur et cassant.

Ces deux opérations m'ont d'ailleurs fourni la preuve que l'antimoine blanchit davantage le cuivre auquel on l'allie, que ne le fait une égale proportion de zinc.

L'alliage violet, à raison de sa belle couleur, semble susceptible d'applications dans les arts, mais n'en a pas encore été l'objet. Toutefois, M. Cadet prétend que les pharmaciens le préparent pour faire de l'*Alkan de Paracelse*.

13. Argent et Chrome.

D'après M. Berthier, il paraît qu'il ne peut se former aucune combinaison entre l'argent et le chrome, car lorsqu'on étend à 1 : 10^e p. ces deux métaux ensemble, quelle que soit la proportion de l'argent, on n'a qu'une masse dans laquelle ce dernier métal se trouve disséminé en grevailla.

14. Argent et Cobalt.

D'après MM. Gellert et Thomson, le cobalt se combine difficilement, avec l'argent et seulement en petite proportion. En faisant fondre un mélange de ces deux métaux, par exemple, 2 parties de cobalt et 1 d'argent, on les trouve séparés l'un

de l'autre après le refroidissement, l'argent au fond du creuset, et le cobalt au-dessus de l'argent. Cependant, chacun de ces métaux a absorbé une petite portion de l'autre, l'argent contenant un peu de cobalt qui le rend cassant et d'une couleur foncée, et le cobalt un peu d'argent qui lui donne une couleur plus claire, plus blanche que dans son état ordinaire. En plaçant cet argent dans une coupelle, la présence du cobalt se manifeste en formant un anneau autour de la coupelle, et on trouve, après l'opération, que la 3^e partie de l'argent primitif manque. Ce déficit se retrouve dans le cobalt.

Selon M. Berthier, l'argent et le cobalt n'ont guère plus de tendance à se combiner que l'argent et le fer. Ayant chauffé de l'argent avec le tiers de son poids de cobalt en poudre et du flux noir à 60° p., M. Berthier n'a obtenu que des grenailles disséminées dans une scorie.

On a recueilli le plus qu'on a pu de ces grenailles, et on les a fondues avec du borax, et de cette manière on a eu un esot métallique dont une partie était compacte et l'autre souffriforme. La partie compacte était d'un blanc un peu gris, magnétique, ductile et susceptible d'être laminée; mais les feuilles étaient gerbées sur les bords et ne pouvaient être pliées sans se rompre. On y a trouvé, par l'analyse, 0,03 de cobalt. Il est probable que ce métal était simplement disséminé et retenu par adhérence dans l'argent.

17. Argent et Cuivre.

Ces deux métaux s'allient avec beaucoup de facilité et en toutes proportions. Ce composé est plus dur, plus élastique, plus cassant et presque aussi tenace que l'argent; il conserve la couleur blanche, selon quelques chimistes, lors même que le cuivre y entre pour plus de moitié; suivant M. Berzélius, parties égales de cuivre et d'argent donnent déjà un alliage jaune, semblable au laiton. Toujours est-il que l'addition d'une trop grande quantité de cuivre rend l'argent rougeâtre; mais la couleur de ces alliages n'est jamais aussi belle que celle de l'argent pur, lors même qu'ils ne contiennent que quelques centièmes de cuivre. Mais l'alliage reste ductile, quelle que soit la quantité réciproque des deux métaux, seulement il l'est plus ou moins, selon les proportions de ceux-ci.

La dureté de cet alliage est au maximum, d'après M. Thomson, lorsque la proportion du cuivre s'élève à $\frac{1}{10}$.

Il y a expansion pendant sa formation, et la pesanteur spécifique de l'alliage, après simple fusion, est inférieure à celle de ce qui doit être par le calcul. Les bonnes qualités que possède l'alliage du cuivre avec l'argent l'a fait préférer, pour un grand nombre d'usages, à l'argent pur qui, par son manque de ductilité, s'userait promptement. On attribue aussi au cuivre la propriété remarquable d'altérer la tendance prononcée qu'a l'argent de perdre sa flexibilité par l'effet des vapeurs de charbon.

D'après M. Thénard, l'alliage formé de 3 parties d'argent et de 1 partie de cuivre, est blanc, moins ductile et plus faible que l'argent; sans action sur l'air sec ou humide à la température ordinaire, il se absorbe l'oxygène à la chaleur rouge, et se transforme, dans un espace de temps plus ou moins considérable, à une température capable de le fondre en oxyde de cuivre et en argent presque pur.

C'est avec cet alliage qu'on fait en France toute la monnaie d'argent; celle d'Espagne contient beaucoup plus de cuivre; elle est formée de 4 parties de ce métal et de 1 partie d'argent.

Pour la fabrication de la monnaie, M. Berthollet considère cet alliage de parties égales d'argent et de cuivre comme celui qui convient le mieux, et le cuivre seul comme préférable à l'argent seul.

Tous les ustensiles, vases et ornemens d'argent, résultent également de la combinaison du cuivre avec l'argent. Les uns, tels que les convertis et la vaisselle, résultent de $\frac{3}{4}$ parties d'argent et de $\frac{1}{4}$ partie de cuivre; et les autres, tels que les bijoux, etc., de 3 parties d'argent et de 2 parties de cuivre.

Ces différentes proportions, dans lesquelles on allie l'argent au cuivre, constituent ce qu'on appelle les titres de l'argent.

On dit de ces alliages, qu'ils sont à un titre d'autant plus élevé, qu'ils contiennent plus d'argent; ainsi, un lingot d'argent qui, sur 1000 parties, contient 950 parties d'argent, est au titre de $\frac{950}{1000}$.

On voit d'après cela que :

La monnaie d'arg. est au titre de $\frac{900}{1000}$ ou 0,900 de cuiv.

Celle de billon, au titre de . . . $\frac{800}{1000}$ ou 0,800 —

Et que tous les ouvrages d'orfèvr.

sont au titre de . . . $\frac{950}{1000}$ ou 0,950 —

par la vaisselle, par exemple.

Et tantôt à celui de . . . $\frac{900}{1000}$ ou 0,900 —

pour les bijoux.

Le titre de l'argent travaillé diffère donc ordinairement de celui de l'argent travaillé, et dans chaque pays il est réglé par la loi.

Expression du titre des matières argentifères. — On exprime actuellement le titre, c'est-à-dire la richesse des matières argentifères en fractions décimales de l'unité. Autrefois, ce titre s'exprimait soit en onces, gros et grains contenus dans 100 livres, poids de marc, soit en deniers et vingt-quantièmes de denier. Les deux tableaux suivants donnent la correspondance des titres exprimés selon les deux modes anciens et selon le nouveau.

Rapport des onces, gros et grains avec les fractions décimales.

Onces, gros, grains.	Décimales.	Décimales et fractions.	Onces, gros, grains.
10=128 . . .	0,01000 = $\frac{1}{100}$	0,0100 = $\frac{1}{100}$	16 0 0
15=122 . . .	0,00857	0,0090 = $\frac{1}{111}$	14 5 14
14=112 . . .	0,00875		
13=104 . . .	0,00962	0,0080 = $\frac{1}{125}$	13 6 30
12= 96 . . .	0,00750	0,0070 = $\frac{1}{142}$	11 4 43
11= 88 . . .	0,00909		
10= 80 . . .	0,00825	0,0060 = $\frac{1}{166}$	9 4 58
9= 72 . . .	0,00762	0,0050 = $\frac{1}{200}$	8 0 0
8= 64 . . .	0,00625	0,0040 = $\frac{1}{250}$	6 3 14
7= 56 . . .	0,00571	0,0035 = $\frac{1}{285}$	5 0 24
6= 48 . . .	0,00500	0,0030 = $\frac{1}{333}$	4 6 30
5= 40 . . .	0,00312	0,0025 = $\frac{1}{400}$	4 0 0
4= 32 . . .	0,00250	0,0020 = $\frac{1}{500}$	3 1 43
3= 24 . . .	0,00187		

Ounces, gros, grains.			Décimales.	Décimales et fractions.	Ounces, gros, grains.
a.	g.	g.			
.	.	.	.	0,00185 = $\frac{1}{540}$	2 5 24
.	.	.	.	0,00145 = $\frac{1}{688}$	2 2 20
1=	16	.	0,00125 = $\frac{1}{800}$	0,00125 = $\frac{1}{800}$	2 0 0
.	.	.	.	0,00111 = $\frac{1}{900}$	1 6 48
.	.	.	.	0,00100 = $\frac{1}{1000}$	1 4 57 $\frac{1}{20}$
.	.	.	.	0,00090 = $\frac{1}{1111}$	1 3 37
.	.	.	.	0,00080 = $\frac{1}{1250}$	1 2 48
.	.	.	.	0,00070 = $\frac{1}{1428}$	1 0 69
1=	8=	576	0,000625		
.	.	.	.	0,00050 = $\frac{1}{2000}$	0 7 48
	7=	504	0,000547		
.	.	.	.	0,00050 = $\frac{1}{2000}$	0 6 29
	6=	452	0,000489		
.	.	.	.	0,00040 = $\frac{1}{2500}$	0 5 8
	5=	360	0,000500		
.	.	.	.	0,00035 = $\frac{1}{2857}$	0 4 19
	4=	288	0,000342		
.	.	.	.	0,00030 = $\frac{1}{3333}$	0 3 60
.	.	.	.	0,00025 = $\frac{1}{4000}$	0 3 14
	3=	216	0,000334		
.	.	.	.	0,00020 = $\frac{1}{5000}$	0 2 40 $\frac{15}{1000}$
.	.	.	.	0,000166 = $\frac{1}{6000}$	0 2 9
	2=	144	0,000165		
.	.	.	.	0,000151 = $\frac{1}{6622}$	0 1 39
.	.	.	.	0,000125 = $\frac{1}{8000}$	0 1 43
.	.	.	.	0,000111 = $\frac{1}{9000}$	0 1 59
.	.	.	.	0,000100 = $\frac{1}{10000}$	0 1 20 $\frac{31}{1000}$
	1=	72	0,000078		
		36	0,000039		
		24	0,000026		
		18	0,0000195		
		12	0,0000130		
		9	0,0000097		
		1	0,00000108		

Rapport des deniers et vingt-quadrèmes aux fractions décimales.

Deniers.	Décimales.	Vingt-quadrèmes.	Décimales.
1 = 24	0,0633	24	0,0633
2 = 48	0,1267	23	0,0799
3 = 72	0,2500	22	0,0714
4 = 96	0,3333	21	0,0729
5 = 120	0,4167	20	0,0694
6 = 144	0,5000	19	0,0680
7 = 168	0,3433	18	0,0625
8 = 192	0,6667	17	0,0690
9 = 216	0,7500	16	0,0638
10 = 240	0,8333	15	0,0591
11 = 264	0,9167	14	0,0488
12 = 288	1,0000	13	0,0451
		12	0,0417
		11	0,0389
		10	0,0347
		9	0,0312
		8	0,0279
		7	0,0243
		6	0,0208
		5	0,0174
		4	0,0139
		3	0,0104
		2	0,0069
		1	0,003472

M. Jars a remarqué que lorsqu'on coule un alliage de cuivre et d'argent dans une lingotière froide, le centre du lingot est moins riche que les parties qui tiennent à la lingotière, et l'on observe même que dans les alliages monétaires, les pièces ne sont pas exactement au même titre dans leurs différentes parties.

On trouvera dans la table suivante la composition des différentes monnaies d'Europe, d'après les expériences de M. Thomson.

La première colonne de la table donne la proportion supposée d'alliage dans 100 parties des monnaies respectives.

La seconde colonne établit le poids d'argent contenu dans chaque monnaie, dans la supposition que le poids du cuivre avec lequel l'argent est allié, est toujours = 1.

MONNAIES D'ARGENT.	Alliage pour cent.	Poids de l'argent, celui du cuivre étant 1.
Anglaise.	7,5	12,5
Hollandaise	5	11,5
Française	9	10,1
Autrichienne	9,5	9,5
de Sardaigne. . . .	9,5	9,5
Espagnole.	10,5	8,5
	13,5	5,5
Portugaise.	11	8
Danoise	12	7,5
Suisse.	21	3,5
Russe.	24	3,6
de Hambourg. . . .	50	1

Le pesanteur spécifique, après simple fusion, de l'argent sterling dont on fait la monnaie en Angleterre (12 $\frac{1}{2}$ parties d'argent et 1 de cuivre), est, d'après M. Thomson, de 10,200, tandis qu'elle devrait être par calcul, de 10,331.

On voit donc qu'il y a expansion, comme on l'a dit plus haut, ou diminution de densité de l'argent pendant la formation de l'alliage.

Celle de l'argent au titre de Paris (157 parties d'argent et 1 de cuivre), était 10,0476, d'après Brisson; elle devient 10,3765 après l'écrouissage.

L'argent monnayé d'Autriche contient, suivant Waserberg, $\frac{1}{2}$ p. 100 de cuivre.

D'anciennes monnaies d'argent étaient aussi composées d'un alliage de cuivre et d'argent. Ainsi, un denier d'argent de l'empereur Taisan contenait, d'après l'analyse de M. J. W. Draper,

1 de cuivre et 9 d'argent. C'est en faisant cette analyse que ce chimiste dit avoir découvert, pour la première fois, qu'une sorte de pénétration d'endosmose d'un solide à travers d'un autre, s'opère à l'aide du temps. Ce dernier avait été rapporté de Malte, et avait rejeté presque tout son alliage à la surface, sous la forme d'une pellicule d'un vert pourpre. Dans le suite des siècles, le cuivre avait quitté les parties les plus intérieures de la médaille, et était venu se cristalliser à la surface, montrant ainsi qu'un mouvement lent peut se produire dans les corps les plus denses; et la proportion de cuivre, dissoute dans l'argent, n'était plus que d'un dix-septième.

Outre les usages précédents, on se sert encore de l'alliage de cuivre et d'argent pour sonder l'argent; mais alors on l'emploie au titre de $\frac{300}{1000}$ à $\frac{400}{1000}$, et, selon M. Berthier, de $\frac{100}{1000}$ à $\frac{300}{1000}$; sans cela, il ne serait point assez facile.

La reconnaissance du titre des matières d'argent pouvant être d'une grande utilité, nous pensons bien faire en donnant quelques détails à cet égard, quoique cela s'écarte un peu du cadre de cet ouvrage.

Dans les laboratoires, on peut analyser les allages de cuivre et d'argent, en les traitant par l'acide nitrique et en précipitant l'argent par une lame de cuivre ou par un chlorure; dans le premier cas, l'argent est lavé et séché; on calcine le nitrate et l'on retranche du cuivre de l'oxide ainsi produit, la perte de la lame. Dans le second cas, on dédait l'argent du chlorure.

On se sert quelquefois, pour déterminer d'avance et approximativement le titre de l'argent, d'aiguilles à essayer, qui consistent en alliages d'argent et de cuivre, dans diverses proportions bien connues, et de la pierre de touche. On presse sur cette pierre l'argent que l'on veut essayer, de manière qu'il reste une petite trace; on en fait d'autres avec les aiguilles, dont le titre paraît se rapprocher le plus de celui de l'argent, et on conclut le titre de ce dernier, du titre de l'aiguille qui, par la couleur de sa trace, comparée à celle de l'argent, se rapproche le plus de celui-ci.

Au lieu de ces aiguilles à essayer, M. Gersted emploie des plaques des mêmes alliages; il cherche à établir entre ces plaques et l'argent que l'on veut essayer, un courant électrique qu'il fait passer à travers un multiplicateur électro-magnétique très-sensible, on observe si l'aiguille dévie vers l'un

en vers l'ouest. On découvre de cette manière si l'argent soumis à l'essai est plus ou moins pur que la plaque. On choisit alors une autre plaque qui se rapproche davantage de l'argent d'essai; on observe l'action qu'elle produit, et on parvient ainsi, en peu d'instans, à trouver celle qui se rapproche le plus de l'argent d'essai.

Mais la coupellation, qui a pour objet de séparer, par la voie sèche, les métaux oxidables de ceux qui ne le sont pas, est surtout mise en pratique pour analyser ou reconnaître le titre d'une pièce quelconque d'argent.

Voici comment cette opération se pratique, selon M. Bergetz.

Son alliage de la monnaie d'argent, au titre de 900. On met dans la coupe ou coupelle déjà chauffée au rouge (petit vase poreux, ordinairement fait avec des os calcinés), 1 partie d'alliage et 7 de plomb; bientôt ce mélange se fond en un tout formé d'un alliage triple.

Mais le cuivre et le plomb absorbent l'oxigène de l'air; les oxides formés fondent et sont absorbés par la coupelle qui se colore en brun; la surface de l'alliage présente divers phénomènes de couleur, produits par la couche d'oxide; bientôt l'argent reste pur, ce qu'on reconnaît à l'apparition de l'éclat (vive lumière réfléchie par l'argent). On laisse refroidir le bouton en l'approchant de la porte de la mouffe (c'est le nom du petit fourneau dans lequel se passe l'opération). On l'enlève de dessus la coupelle, on le froite en dessous avec une brosse et on le pèse.

Pendant l'opération, il se volatilise de l'oxide de plomb. Il faut avoir soin de ne pas porter la température trop haut, afin d'éviter la volatilisation d'une partie de l'argent, mais cependant assez pour que le plomb puisse, en s'oxidant, entraîner tout le cuivre. Il faut avoir aussi l'attention de ne pas retirer la coupelle aussitôt que l'éclat a paru, parce que l'argent, au moment de la solidification lorsque de sa surface, serait projeté en partie en dehors; c'est ce qu'on appelle *recher*, ce qui arrive surtout quand on a trop chauffé. S'il y a défaut de chaleur, le bouton ne *reche* pas, mais il est froid et retient alors du plomb, ce qui est facile à reconnaître, sa surface n'étant ni brillante ni grasse. La pratique seule peut donner la juste mesure.

La proportion de plomb indiquée convient pour le titre 900; mais pour les autres titres, il en faut d'autres. Voici

celles que M. Darcel, inspecteur des monnaies de Paris, a déterminées par de nombreuses expériences.

TITRE de l'argent.	QUANTITÉ de cuivre allié.	Dose de plomb nécessaire, l'argent à es- sayer étant 1.	Rapport entre le plomb et le cuivre dans le bain.
1000	0	$\frac{2}{10}$	
950	50	3	60 à 1
900	100	7	70 à 1
800	200	10	80 à 1
700	300	13	40 à 1
600	400	14	35 à 1
500	500	16 à 17	32 à 1
400	600	Idem.	26,6 à 1
300	700	Idem.	23,3 à 1
200	800	Idem.	20 à 1
100	900	Idem.	17,7 à 1
cuivre pur.	1000	Idem.	16 à 1

On détermine d'abord le cuivre par le titre approximatif, en passant à la coupelle 1 gramme de l'alliage avec une quantité considérable de plomb.

Au-dessus de 950, la quantité de plomb diminue graduellement; pour l'argent à 1000, il faut $\frac{2}{5}$ de gramme de plomb sur 1 gramme d'argent.

On emploie depuis peu de temps, avec grand avantage, dans plusieurs mines à plomb de la Grande-Bretagne, l'alliage par cristallisation, nouveau procédé métallurgique, ayant pour objet la séparation du plomb de l'argent, et qui, sans exclure totalement la coupellation, remédie aux principaux inconvénients qu'on peut reprocher, à juste titre, à ce dernier procédé. Nous reviendrons là-dessus à l'article de l'alliage Argent et Plomb.

M. Serbat a proposé, pour l'alliage des monnaies à bas titres, un procédé qui est fondé sur la réduction complète du sulfate d'argent par la chaleur, et sur la transformation du sulfate de cuivre en oxide dans la même circonstance. Mais on trouve que ce procédé a encore besoin de la sanction de l'expérience.

Les imperfections du mode d'essai des alliages d'argent, par la coupellation, ont déterminé le gouvernement, en 1823, à nommer une commission qui a été chargée d'examiner le procédé en usage au laboratoire des monnaies, pour l'essai des pièces d'or et d'argent, et d'indiquer les changements dont ce procédé étoit susceptible. M. Gay-Lussac, qui faisoit partie de cette commission, a proposé une méthode qu'il employoit déjà depuis plusieurs années, et que ses nouvelles recherches l'ont mis à même d'approprier aux besoins de l'industrie et de rendre d'un usage manufacturier. Cette méthode a été immédiatement adoptée dans les laboratoires du bureau de garantie et de la monnaie de Paris : elle a l'avantage de donner une exactitude presque mathématique, et elle est en même temps presque aussi rapide que la coupellation. M. Gay-Lussac l'a fait connaître avec détails dans une instruction qu'il a publiée au nom de la commission des monnaies et médailles. Le nouveau procédé consiste à déterminer le titre des matières d'argent par la quantité d'une dissolution de sel marin titrée, nécessaire pour précipiter exactement l'argent contenu dans un poids donné d'alliage.

M. Zennaro a proposé une nouvelle méthode pour faire l'analyse d'un alliage d'argent et de cuivre. Elle est fondée sur la manière dont se comportent le cuivre, l'argent et les alliages de ces deux métaux avec l'acide marinique : le cuivre s'y dissout assez promptement en changeant en protochlorure ; l'argent s'y dissout aussi, surtout s'il est en contact avec du platine, mais plus lentement, et il se convertit en un chlorure qui contient moitié moins de chlore que le chlorure cuivreux. Enfin, les alliages de cuivre et d'argent se dissolvent également dans l'acide marinique, soit en totalité, soit en laissant un résidu d'argent pur, quand l'action de l'acide n'a pas été suffisamment prolongée. D'après ces faits, on peut que si l'on recueille le gaz hydrogène qui se dégage pendant l'opération, et si l'on mesure exactement le volume de ce gaz à une température et une pression connues, il sera facile de déterminer, par le calcul, la proportion relative de cuivre et d'argent contenue dans un alliage, pourvu que cet alliage ne renferme pas d'autres métaux.

M. Zennaro emploie, pour faire ces analyses, un appareil particulier, qu'il nomme aérotape.

M. Jourdan, directeur des monnaies de la Hesse-Electorale, prétend qu'il doit être difficile, en suivant la méthode de

M. Gay-Lussac, d'éviter une saturation de la dissolution, et que, par conséquent, il faut chaque fois opérer par dixièmes, tant de la dissolution de sel que de la dissolution d'argent. Or, par suite des longueurs de ce procédé, M. Jourdan trouve qu'il est plus aisé de commettre des erreurs que par celui qu'il propose, et qui consiste à déterminer le titre par la comparaison du volume de dissolution saline nécessaire pour précipiter l'argent, avec le volume qu'il en faut pour précipiter un marc d'argent pur.

Pour donner aux objets fabriqués avec des alliages de cuivre et d'argent la même couleur et le même éclat que s'ils étaient faits en argent pur, on enlève le cuivre qui se trouve dans la partie superficielle, et l'on polit ensuite. Pour opérer cette séparation, on chauffe au rouge, pendant quelques instants, la pièce qu'on veut blanchir, et on la plonge encore chaude dans de l'acide sulfurique étendu d'eau, ou dans de l'acide nitrique tellement faible, qu'il n'ait pas plus d'acidité que du jus de citron; cet acide dissout l'oxide de cuivre qui s'est formé pendant le grillage, et la pièce se trouve, après ce traitement, recouverte d'une pellicule d'argent à peu près pur et mat.

M. Lefebv a examiné l'action qu'exerce le vinaigre, aidé du contact de l'air, sur un alliage d'argent et de cuivre à 0,750 de fin; et en opérant sur un poids de 3 onces ou 187 grammes, il a trouvé qu'en 48 heures cet alliage laisse dissoudre 0^e,0075 de cuivre. Ce résultat intéresse les usages culinaires qu'on pourrait faire de cet alliage; on voit qu'il n'offre pas d'inconvénients.

Au lieu d'alliages de cuivre et d'argent, on se sert souvent d'objets en cuivre recouverts d'une couche même d'argent, c'est ce qu'on appelle l'argenture; dans ce cas, il y a alliage seulement au contact des deux métaux.

On suit un grand nombre de procédés pour argenter le cuivre. Voici les principaux :

1^o On découpe la pièce, d'abord en la frottant avec du sable, et ensuite en la trempant dans de l'acide nitrique faible; puis on la plonge dans une dissolution de nitrate de mercure qui la recouvre de mercure; après cela, on l'enduit d'amalgame d'argent, ou bien on la trempe dans du nitrate d'argent et on la chauffe.

2^o On plonge la pièce chaude dans de la cendre de tartre pour la découper, puis on la recouvre, avec un pinceau, d'un

mélange bismuté d'argent en poudre, de sel marin, de sel ammoniac, de fiel, de verre et de sublimé corrosif, et l'on chauffe.

2° On découpe la pièce, on l'enduit de sel marin, puis on la frotte avec un mélange de crème de tartre et de chlorure d'argent; mais de cette manière on ne produit qu'une argenteure très-légère.

3° On précipite par le sel marin la dissolution de 1 once d'argent dans de l'acide nitrique; on mêle le précipité avec 8 onces de sulfato de zinc, 8 onces de sel de verre et 16 onces de sel ammoniac, et l'on broie le tout avec de l'eau. On recouvre la pièce découpée d'une couche plus ou moins épaisse de cette pâte à l'aide d'un pinceau; on la fait chauffer, et on la plonge chaude dans une dissolution d'alun.

Le plaqué est d'un beaucoup meilleur usage que l'argenteure; il consiste dans des feuilles de cuivre sur lesquelles on soude par juxtaposition des feuilles d'argent plus ou moins épaisse. Pour opérer ce soudage, on chauffe le cuivre après l'avoir saupoudré de borax, etc.

18. Arsenic et Cobalt.

On trouve, dans le règne minéral, le cobalt combiné avec l'arsenic et le soufre et formant un minéral cristallisé, connu sous le nom de Cobalt gris (gris cobalt).

Les anciens chimistes ne sont point d'accord sur la production de cet alliage artificiellement.

D'après M. Gellert, l'arsenic se combine très-difficilement avec le cobalt, et leur union présente une masse noire et brillante.

Bergmann prétend que le cobalt peut absorber une très-faible proportion d'arsenic; mais il observe qu'on ne peut pas bien la préciser, parce que le cobalt pur est rareté.

Achard ayant distillé ensemble une égale quantité d'oxide d'arsenic et du cobalt, ne remarqua aucune sublimation d'arsenic, et le poids du cobalt avait augmenté par cette opération de $\frac{1}{34}$. Son aspect était noir; après la fusion, sa texture ne paraît point différente de celle du cobalt pur.

D'après certains chimistes modernes, l'arsenic et le cobalt s'allient facilement.

Ainsi, selon M. Thénard, lorsqu'on chauffe ensemble un mélange de cobalt et d'arsenic en poudre, les deux métaux entrent assez promptement en combinaison et se fondent en

une masse blanche, cassante, insoluble à l'épaille acétique.

Dissilié dans des vapeurs acides, cet alliage est décomposé ; une partie de l'arsenic se sublime, et il reste du cobalt moins chargé d'arsenic.

Suivant M. Berthier, l'arsénure composé de

Cobalt.	0,615	100	Co ³ As
Arsenic.	0,385	62,5	

chauffé à une forte chaleur, est d'un gris blanc, très-froglé, à cassure grenue, non magnétique, très-fusible.

Mais il existe un assez grand nombre d'arsénures de cobalt d'une composition différente. M. Berthier assigne aux principaux les proportions suivantes :

	Co As	Co As ²	Co As ³	Co As ⁴
Cobalt. . .	0,440	282	0,208	0,1645
Arsenic. . .	0,560	718	0,792	0,8375

Il paraît certain, selon M. Berthier, que la nature nous présente trois arsénures de cobalt différentes, contenant 1, 2 et 3 atomes d'arsenic pour 1 atome de cobalt, et que ces arsénures se trouvent mêlées entre eux avec des arsénures et avec des arsénio-sulfures de fer et de nickel, et même avec de l'arsenic en excès.

Ces minéraux sont d'un gris-blanc ou d'un gris pur, à cassure grenue; ceux que l'on trouve cristallisés ont des formes qui dérivent du cube. — Au chalumeau, dans le mortier, quelques espèces tombent de l'arsenic, d'autres n'en tombent pas; dans le tube ouvert elles laissent toutes dégager beaucoup d'acide arsénieux.

19. Arsenic et cuivre.

Le cuivre s'unit à l'arsenic, mais il est difficile de combiner directement ces deux métaux; le cuivre ne reçoit pas fortement ce métal, dont la plus grande partie se volatilise avant que la combinaison ait pu avoir lieu.

On obtient cet alliage en jetant de l'arsenic sur du cuivre chauffé au rouge, ou bien en chauffant un mélange d'acide arsénieux, de charbon en poudre et de tournure de cuivre, sous un flux de verre; ou enfin, en fondant ensemble du cuivre et de l'arsenic dans un creuset fermé, et après avoir recouvert leur surface de sel marin, pour les garantir de l'action de l'air qui oxyderait l'arsenic.

Cet alliage est blanc; il est cassant pour peu que l'arsenic s'y trouve en certaine proportion, et légèrement ductile et malléable lorsque ce métal y entre en très-petite quantité seulement. Il se ternit à l'air, et quand on l'y cède, la plus grande partie de l'arsenic se volatilise et le cuivre devient plus malléable; cependant le résidu conserve encore une teinte jaunâtre.

Selon M. Berthier, on prépare facilement un arseniure, saturé d'arsenic, en chauffant avec un flux réductif, soit de l'arséniate de cuivre, soit un mélange de cuivre métallique et d'acide arsénieux.

On peut employer, par exemple, 10 de cuivre, 20 d'acide arsénieux, et 60 de flux noir, ou 10 de cuivre, 20 d'acide arsénieux, 20 de carbonate de soude et 3 d'amidon.

Cet arseniure est gris éclatant, très-cassant, cristallin, fusible à la chaleur rouge, insoluble par la chaleur la plus élevée. Il est composé de

Cuivre.	0,495	100	Cu^3As
Arsenic.	0,575	119,99	

Lorsqu'on fait fondre cet arseniure avec du cuivre, en proportion quelconque, on obtient des culots d'apparence homogène, sans qu'il se sépare le plus petit grain de cuivre rouge; il est probable, dit M. Berthier, que ces culots sont des mélanges intimes de cuivre et d'un arseniure défini, 1 partie d'arseniure Cu^3As , et 4 p. de cuivre, par exemple, donnent un culot qui contient 0,575 d'arsenic, et qui est demi-ductile, d'un gris rougeâtre, à cassure un peu fibreuse, et susceptible de prendre un très-bon poli. — Par le grillage, les arseniures de cuivre se changent en arsénates de deutroxyde très-basiques, et laissent dégager une grande quantité d'acide arsénieux. — Ils n'éprouvent aucune altération de la part des carbonates alcalins et du flux noir. — Le nitre en fusion les attaque vivement, et acidifie tout l'arsenic avant de commencer à solder le cuivre; on s'en sert qu'en employant une proportion considérable de ce sel, on peut séparer tout le cuivre à l'état de purité d'un arseniure quelconque.

Lorsqu'on chauffe un arseniure de cuivre avec de l'acide ou de l'arséniate de cuivre, il y a réaction et décomposition réciproques à la chaleur rouge; et si les deux substances mélangées sont entre elles dans un certain rapport, tout l'ar-

seule se dégage à l'état d'acide arsénieux, et tout le cuivre reste à l'état métallique et parfaitement pur. Ainsi, avec

10 d'arséniate de cuivre Cu^3As ,

6 de dextroide,

on obtient 10,9 de cuivre.

Les arsénures de cuivre se combinent avec les sulfures de cuivre, ainsi qu'avec les arsénures et les sulfures de divers autres métaux. On trouve dans la nature un grand nombre de ces sortes de combinaisons.

On croit qu'il existe de l'arsénure de cuivre à peu près pur dans quelques calvres gris; mais on n'a pas encore examiné avec la précision desirable les minerais qui paraissent pouvoir se rapporter à cette espèce.

On a trouvé assez récemment, dans la mine de Condarcoven-Cornouailles, une masse pesante plusieurs quintaux d'une espèce très-irrégulière de minéral de cuivre; sa densité est de plus de 5; elle est d'un noir bronzé, passant quelquefois au bleu; sa cassure est légèrement conchoïde, et sa surface est susceptible de recevoir le poli; sa poussière est d'un noir de suie. M. Phillips lui a donné le nom de *condarcite*, et M. Faraday l'a trouvée composée de

Acide arsénieux.	0,2184	} 1,0000
Eau.	0,0309	
Cuivre.	0,6860	
Soufre.	0,0306	
Arsenic.	0,0151	

et il la considère comme un mélange d'arsenic métallique, d'arsenic de cuivre, d'oxide de cuivre et d'un peu de cuivre pyriteux.

Dans le même gisement, on trouve un minéral d'un blanc d'étain, dur, mais se laissant entamer au couteau, et tiesse au marteau; il est ordinairement recouvert de *condarcite*. Il est composé de cuivre, d'arsenic et d'un peu de soufre.

Les alliages du cuivre et de l'arsenic portent le nom de *cuivre blanc* ou *ferme*, et ils servent à divers usages, entre autres pour la fabrication des boutons, et autrefois, dit-on, des cuillers et des voers.

Ces deux métaux, l'arsenic et le cuivre, se retrouvent aussi dans quelques monnaies antiques. Ainsi, une monnaie de cuivre effacée, de l'un des Ptolémée, renfermait tant d'arsenic qu'elle était cassante au marteau. Il y avait aussi une autre substance volatile, probablement du soufre, le métal

peussent avoir été un sulfure de cuivre arsénical, imparfaitement réduit.

M. Desprez indique les proportions suivantes :

1 partie d'arsenic et 5 de cuivre ; cet alliage est blanc et fragile.

En faisant chauffer jusqu'au rouge, dans un creuset de terre couvert,

10 parties de tournure de cuivre et un peu plus de 1 partie d'arsenic,

on obtient, suivant M. Thénard, un alliage blanc, légèrement ductile, plus dur et plus fusible que le cuivre, sans action sur le gaz oxygène de l'air, à la température ordinaire ; s'absorbant facilement ce gaz à une température élevée, et se transformant alors en dioxide d'arsenic, volatil, et en oxide de cuivre, fixe.

M. Wenzel prétend que le cuivre est saturé d'arsenic lorsqu'il se s'absorbe $\frac{2}{3}$ et qu'il se, dans ce cas, une cassure presque bléâtre, qui devient noire au contact de l'air atmosphérique.

20. Acier et Étain.

L'acier s'allie à l'étain.

MM. Stöder et Faraday ont fait avec cet alliage des essais qui n'ont rien offert de remarquable, si ce n'est que l'étain, tout qu'ils ont pu en juger, n'a amélioré point du tout l'acier.

Ces essais eurent lieu, en petit, dans le laboratoire, et sur des masses qui dépassèrent rarement 2000 grains, en poids.

21. Antimoine et Étain.

Ces deux métaux se combinent facilement par la fusion. L'alliage qui en résulte est blanc d'argent ou du moins aussi blanc que l'étain, et plus ou moins dur, cassant et sonore, suivant que l'antimoine s'y trouve en proportion plus ou moins grande, mais dans tous les cas, beaucoup plus dur et moins ductile que l'étain. La pesanteur spécifique de cet alliage est moindre que celle qui serait déduite, par calcul, des pesanteurs spécifiques de chaque métal, prises séparément.

D'après M. Berzélius, l'alliage composé de 3 part. d'étain et 1 part. d'antimoine peut être forgé, mais il se gâte sur ses bords.

Selon M. Berzélius, l'alliage composé de

Étain. 0.80

Antimoine. 0.20

quelque moins malléable que l'étain pur, l'est sans pour

qu'on puisse lui donner toutes sortes de formes. C'est avec cet alliage qu'on fabrique la plupart des ustensiles d'étain.

Un journal signale cet alliage comme devant être employé pour la confection des cylindres des robinets des corps de pompes, et celui composé de

Étain.	0,88	} 1,00
Antimoine.	0,12	

pour les boîseaux des robinets.

M. Férard a fait connaître une propriété remarquable de cet alliage. Lorsque sa dissolution dans l'acide hydrochlorique est étendue d'eau, les deux métaux sont précipités en totalité.

Il conserve assez bien son poli, au contact de l'air.

On emploie cet alliage à différents usages et particulièrement pour faire les plaques à graver la musique; quand il contient peu d'antimoine, il conserve assez de ductilité pour qu'on puisse le réduire en lames minces. Celles qui sont employées pour la gravure de la musique ont à peu près une ligne d'épaisseur.

Avec une plus forte proportion d'antimoine, on s'est servi de cet alliage dans ces derniers temps, sous le nom de métal d'Alger, pour fabriquer des cuillers, des fourchettes et d'autres objets; ils sont d'un coup-d'œil assez agréable, mais sont, dit-on, de peu de durée.

Cet alliage constitue principalement la composition des potiers d'étain.

1 partie d'étain et 1/2 partie d'antimoine forment ce qu'on nomme de l'étain dur.

En Angleterre, l'alliage de ces deux métaux est employé sous le nom de *Proter* pour la fabrication des vases à boire. Selon M. Berzelius, l'antimoine y entre pour un douzième, en poids. Mais, d'après M. Mackenzie, les meilleures proportions pour la fabrication de la vaisselle d'étain sont 100 parties d'étain et 17 de régule d'antimoine.

Au reste, tous ces allages, quelles que soient leurs proportions, sont sans danger; l'antimoine ne pouvant pas se dissoudre dans les acides, tant qu'il y reste de l'étain.

M. Claudet a fait de nombreuses expériences sur la composition d'allages d'étain et d'antimoine.

Il a formé d'abord un alliage composé de 75 parties d'étain et de 25 parties d'antimoine; il diminue ensuite graduellement la quantité d'antimoine.

Ayant soumis ces alliages à la coupellation, M. Chaudet a noté des observations auxquelles cette opération a donné lieu, qu'on peut reconnaître au moins un quart de centième d'antimoine allié à l'étain, par les taches grises noircies dont est parsemé l'oxide blanc de ce métal.

Ayant ensuite recemment ces alliages, mais dans des proportions inversées, c'est-à-dire que l'étain y était en très-petite quantité, et, les ayant soumis à la coupellation, M. Chaudet s'est convaincu que cette opération peut aussi indiquer les plus petites quantités d'étain unies à l'antimoine, par des taches d'oxide d'étain qui se présentent à la surface de l'antimoine.

Enfin, voulant essayer l'emploi de l'acide hydrochlorique pour la séparation de l'étain, sur lequel cet acide a une action extrêmement vive, et de l'antimoine qui reste presque insensible à cette action, M. Chaudet prépara plusieurs alliages de ces deux métaux et entre autres les suivants :

1^o Etain et antimoine à parties égales.

Cet alliage, plus dur que l'antimoine, était élastique et cassant, qu'il se brisa en touchant, et se réduisit très-facilement en poudre fine. Sa cassure était blanche et composée d'une infinité de petits grains. Sa pesanteur spécifique était de 6,803.

2^o 15 parties d'étain et 25 parties d'antimoine.

La pesanteur spécifique de cet alliage s'est trouvée être de 7,659; il s'aplatissait d'abord assez bien sous le marteau, mais finissait par s'y gercer légèrement.

À cette proportion d'un quart d'antimoine, il est facile de s'apercevoir que l'étain perd déjà de sa ductilité.

L'acide nitrique oxide les alliages de ces deux métaux sans rien dissoudre; la matière oxidée est soluble dans l'acide hydrochlorique concentré. L'eau précipite de cette dissolution de l'antimonite d'étain; et si l'antimoine entre pour un tiers ou moins dans l'alliage, il ne reste pas d'étain dans la liqueur. L'acide hydrochlorique l'attaque, mais avec difficulté, lorsqu'il renferme beaucoup d'antimoine, et dissout une certaine quantité de ce dernier métal en même temps que l'étain, et tandis que le résidu antimonial retient de l'étain; cependant, selon M. Chaudet, quand l'antimoine ne se trouve dans l'alliage que dans la proportion de 0,04 à 0,05 au plus, l'acide hydrochlorique dissout facilement tout l'étain sans dissoudre une quantité notable d'antimoine.

Il est assez difficile de séparer exactement l'étain et l'antimoine l'un de l'autre. On connaît deux procédés, l'un dû à

M. Claudet, et l'autre à M. Gay-Lussac. D'après M. Claudet, on commence par déterminer approximativement la proportion d'antimoine; pour cela, on fond l'alliage avec son poids d'étain, en ayant soin de le couvrir de charbon, pour éviter l'oxydation; on le lamine, on le traite à chaud par l'acide muriatique concentré, et l'on a par le poids de la partie insoluble, la proportion approximative de l'antimoine. Cette donnée obtenue, on prend 100 parties de l'alliage et on le fond sous le charbon avec une quantité d'étain telle que le nouvel alliage ne renferme que 0,04 à 0,05 d'antimoine au plus; on lamine ce nouvel alliage, on le coupe en petits morceaux qu'on introduit dans un matras; on verse dessus de l'acide muriatique à 22° qu'on entretient en ébullition pendant deux heures, et on lave le résidu, qui est l'antimoine pur.

M. Gay-Lussac dissout l'alliage dans l'acide muriatique en excès, agité de petites doses successives d'acide nitrique; il plonge dans la liqueur un barreau d'étain, qui, à l'aide de la chaleur, précipite promptement la totalité de l'antimoine sous forme d'une poudre noire; il lave bien le précipité, le dessèche à la température de l'eau bouillante, et le pèse. Si l'on ne connaissait pas le poids total des deux métaux, on précipiterait une portion de leur dissolution muriatique par la zinc pour obtenir leur poids, et une autre portion par l'étain pour obtenir l'antimoine.

22. Argent et étain.

Ces métaux s'unissent facilement l'un à l'autre.

Cet alliage est aigre, cassant ou demi-ductile, et très-dur. Il a l'apparence grise et il s'oxyde aisément. Il a à peu près la même couleur que l'argent pur. Une très-petite quantité d'étain suffit pour détruire la ductilité de l'argent; mais l'addition d'une plus grande proportion d'étain ramollit l'alliage.

On peut séparer l'argent pur de l'étain en chauffant l'alliage avec du sublimé corroif : l'étain se volatilise à l'état de perchlorure.

D'après M. Berthollet, 1 partie d'argent et 2 parties d'étain forment un alliage un peu ductile; et suivant MM. Krafz et Raschensbroek, 4 parties d'argent et 1 partie d'étain forment un composé aussi dur que le bronze.

Suivant M. Gellert, l'argent et l'étain se contractent par leur

min, et la pesanteur spécifique de l'alliage est plus grande que les considérations théoriques ne sembleraient l'indiquer.

M. Cadet prétend qu'il est presque impossible de purifier l'argent allié d'étain par la coupellation.

Berzelius dit que l'étain a une tendance toute particulière à la cristallisation quand il contient $\frac{1}{1000}$ d'argent.

Selon M. Berthier, l'alliage composé de

Argent.	0,48—1 st.
Étain.	0,52—2 st.

se laisse aplatir sous le marteau et peut être réduit en feuilles minces au laminoir; mais ces feuilles sont extrêmement fragiles sur les bords, et elles se brisent au moindre effort qu'on fait pour les plier.

25. Arsenic et Étain.

Ces deux métaux se combinent facilement, et en toutes proportions, par voie sèche.

Les arseniures sont gris, lamelleux, cassants, et moins fusibles que l'étain.

L'arsenic se trouve naturellement uni à l'étain dans quelques-unes de ses mines, celles de Cornouailles, par exemple.

Par son union avec l'arsenic, l'étain devient plus blanc, plus élastique, plus dur, plus sonore, moins fusible et très-cassant; il prend aussi une texture lamellaire.

D'après MM. Bayen et Charlard, $\frac{1}{1000}$ même $\frac{1}{1000}$ d'arsenic suffisent pour rendre l'étain dur et aigre. $\frac{1}{100}$ d'arsenic s'y fait déjà facilement reconnaître, selon M. Dumas, et $\frac{1}{100}$ rend l'étain tout-à-fait cassant.

Selon M. Berthier, l'étain qui ne contient pas plus de 0,005 d'arsenic, peut être travaillé et servir dans les arts.

Suivant MM. Bergmann et Wenzel, l'étain peut se combiner avec environ la moitié de son poids d'arsenic.

D'après M. Thénard, un alliage formé de 3 parties d'étain et 1 partie d'arsenic, est blanc, très-brillant, très-cassant; il cristallise en lames très-larges, est plus fusible que l'arsenic, mais moins que l'étain; il se décompose en parties lorsqu'on le chauffe fortement, absorbe le gaz oxygène à une température élevée, et se transforme en diarsénide d'étain, qui se volatilise sous forme de vapeurs blanches, et en oxyde d'étain.

Et, si n'existe point dans le nitrate et s'obtient en chauffant au rouge brun, dans un creuset couvert, 5 parties d'étain et 2 parties d'arsenic. On met 2 parties d'arsenic, parce qu'il s'en volatilise une certaine quantité.

M. Frey prétend au contraire que l'union de l'étain et de l'arsenic ne peut pas s'opérer facilement par la voie directe, à raison de la volatilité de ce dernier métal. Mais en chauffant l'étain avec la combinaison de l'acide arsenical et de potasse, le sel est décomposé en partie; et l'étain, en se combinant avec l'acide, est converti en un composé brillant, fragile et d'une texture plicée.

M. Berzelius dit qu'un alliage de 13 parties d'étain et 1 partie d'arsenic cristallise en lames très-larges, comme le bismuth; il est moins fusible que l'étain, et quand on le fait fondre à l'air libre, l'arsenic se volatilise.

M. Stromeyer a aussi fait usage des mêmes proportions de ces deux métaux et obtenu des résultats analogues.

Selon M. Berthier, l'arsénure qui contient 0,06 d'arsenic cristallise en grandes lames comme le bismuth.

Par le grillage, les arsénures d'étain exhalent de l'acide arsénieux.

L'acide muriatique concentré les décompose: tout l'étain se dissout; il se dégage un mélange de gaz hydrogène arsénié et de gaz hydrogène pur, et il reste une certaine quantité d'arsenic pur.

On se sert, dans les laboratoires, de l'alliage d'étain et d'arsenic pour la préparation du gaz hydrogène arséniqué. On forme ordinairement cet alliage avec 5 parties d'étain et 1 partie d'arsenic.

Selvant M. Soubeiran, cet alliage est employé aussi pour opérer la décomposition de l'acide hydrochlorique.

24. Aluminium et Fer.

Le fer se combine avec l'aluminium, et, d'après M. Karsien, plus intimement qu'avec le silicium. MM. Stodart et Faraday ont obtenu un alliage de fer contenant 0,034 d'aluminium et une proportion indéterminée de carbone, en tenant en fusion, à une très-haute température, et pendant un temps considérable, de l'acier très-carburé réduit en poudre et mêlé avec de l'alumine. Cet alliage était blanc, très-fragile, à structure grossière.

L'aluminium semble être plus nuisible aussi à la qualité du fer que le silicium. Les essais d'affinage que M. Karsten a faits dans la Haute-Silésie, en ajoutant de l'argile, ont donné un fer plus cassant qu'à l'ordinaire.

Cette influence nuisible, attribuée à l'aluminium par M. Karsten, ne se trouve point d'accord avec le résultat des expériences faites par MM. Stodart et Faraday; car ils ont eu pouvoir en conclure que l'aluminium, en petites doses, n'était point préjudiciable à la qualité du fer, et qu'il améliorerait singulièrement celle de l'acier.

Cette assertion a déterminé M. Karsten à renouveler ses essais en cet égard. Il a fait ajouter de l'argile à la fonte pendant l'affinage, et ces expériences en grand ont été répétées trois fois. La grande quantité de silicate de fer qui se forme dans le foyer, par suite de cette addition, a retardé l'opération; mais la qualité du produit n'en parut pas altérée d'une manière sensible.

L'analyse faite sur le fer obtenu, n'a donné qu'une trace d'alumine, bien que, par le procédé employé, on a dû trouver tout l'aluminium contenu dans le métal.

Au reste, les autres fers, aciers et fontes que M. Karsten a analysés, ne lui ont jamais présenté que des traces d'alumine qu'il était impossible de doser; mais les plus fortes traces se sont toujours trouvées dans les fers cassants à froid. M. Karsten persiste donc à penser que l'aluminium exerce une mauvaise influence sur la ténacité du fer.

MM. Stodart et Faraday font observer, par contre, que l'acier et le fer forgé se conduisent différemment dans leurs combinaisons avec d'autres métaux. Cette assertion est très-juste: il pourrait donc arriver qu'une petite dose de substance étrangère, insuffisante pour être nuisible à la qualité de l'acier, détériore le fer. Peut-être en est-il ainsi de l'aluminium.

Voici encore quelques renseignements qui se rattachent à ce sujet et qui semblent renforcer l'opinion émise par MM. Stodart et Faraday, en faveur de l'aluminium.

On affine ordinairement à la forge d'*Alt-wasser-l'Ind* près de Fichtelberg, en Bavière, de la fonte provenant du haut-fourneau de Kottbusitz, situé près d'*Arzbach*, sur la frontière de la Bohême. Cette fonte est en partie prise et en partie traitée. Elle est obtenue en traitant un mélange de fer oligiste micacé et d'hématite brune. Or, dans le traite-

ment de ces minerais on ajoute de l'argile comme fondant; ce qui, d'après M. le Bergmeister de *Bader*, permettrait de supposer que, dans la fonte de Königsbrunn, l'aluminium se trouve allié en même temps que le silicium, circonstance propre selon lui à en rendre l'affinage plus facile. Cette fonte a donné de tout temps un fer ductile et propre à la fabrication de la tôle.

Mais il reste à savoir si une analyse exacte de ce fer, y ferait découvrir plus d'aluminium que M. Karsten n'en a trouvé dans les siens.

D'un autre côté, M. le docteur *Schafhausen* et M. *Behm*, de Munich, font entrer de l'argile dans une composition destinée à améliorer et à adoucir la fonte dans l'affinage pour fer. Une patente a été prise, en Angleterre, le 15 mai 1835, par M. *Schafhausen*, pour ce nouveau procédé, qu'il décrit de la manière suivante :

Pour produire du fer doux, on prend une livre $\frac{3}{4}$ (857 grammes) d'oxide noir de manganèse, 3 livres $\frac{3}{4}$ (4k. 856) de muriate de soude, et 10 onces (306 grammes) d'argile à potier. Ces matières, qui doivent être parfaitement pures et sèches, et privées de toute matière hétérogène, sont réduites en poudre fine et bien mélangées. D'autre part, on traite dans un fourneau à puddler 300 livres (448 k. 832) de fer en gueuses avec la quantité de laitier ordinaire. Quand la masse est en fusion, on abaisse le registre de la cheminée jusqu'à ce que la flamme, en passant sur le bain, soit transparente et bien pure, de manière à permettre d'apercevoir le métal pendant toute l'opération. Si la flamme prend une couleur obscure et jaunâtre, il faudrait ouvrir l'orifice pratiqué dans la porte du foyer, afin d'augmenter le tirage. Trois ou quatre minutes après que la masse est en parfaite fusion, ce qui dépend de la marche plus ou moins accélérée du fourneau, le métal prend une consistance pâteuse, et c'est à ce moment qu'on y projette les matières ci-dessus indiquées, qu'il faut placer près du fourneau, dans une température chaude et sèche. On les divise en douze portions d'une demi-livre chaque, et on les introduit dans le fourneau à une ou deux minutes d'intervalle, à l'aide d'une petite spatule cylindrique de la capacité d'une demi-livre. Aussitôt que la première portion est projetée sur le métal, il faut l'incorporer le plus promptement possible à l'aide de ringard. La masse devient alors plus liquide, et il se dégage des flam-

ses piles et jointures à sa surface; deux minutes après on introduit la seconde portion, et ainsi de suite. Après l'introduction de la troisième ou quatrième portion, la masse se boursouffle par l'effet des gaz qui se dégagent. Comme c'est alors que le fer se sépare des matières qu'il contient, il faut redoubler de précautions. La flamme prend un aspect plus vif et plus pur, et à ses extrémités on remarque une teinte bien-clair qui s'élève à cinq ou six pouces. Le moyen le plus sûr de déterminer les intervalles pour l'introduction des matières, c'est d'observer si le volume de la flamme décroît; car ce décroissement annonce que l'effet des précédentes portions est épuisé et qu'il faut en ajouter de nouvelles. Dans tous les cas, on doit empêcher que la masse prenne trop de consistance; aussitôt qu'on s'en aperçoit, on y projette une ou même deux mesures de poudre; mais l'indice le plus certain que l'opération est achevée, c'est la couleur bleue de la flamme. On voit donc que le point essentiel consiste, 1^o à régler le volume et l'intensité de la flamme pendant tout le cours de l'opération, qui dure environ une demi-heure; 2^o à manœuvrer rapidement avec le regard, pendant l'espace de deux ou trois minutes, après l'introduction des dernières portions.

Pour obtenir du fer plus dur, propre à être converti en acier, on emploie trois à quatre pellettes de bauxites et de résidu de fer qui tombent des hauts-fourneaux, et trois pellettes de laitier; mais alors on ne prend que moitié de la quantité de manganeses indiquée ci-dessus.

Dans ce procédé on n'aperçoit les flammes bleues qu'après l'introduction de la onzième ou de la douzième portion.

M. Ellis de Beëumont, à qui nous avons emprunté ces détails, a vu ce procédé en usage dans plusieurs usines à fer de l'Allemagne. Dans les unes on s'en sert beaucoup, dans les autres on en a obtenu des résultats peu significatifs.

Ce procédé a été essayé également en France, notamment dans les forges du Bas-Rhin et dans celles de Hayange, département de la Moselle; mais il ne paraît pas qu'on ait obtenu jusqu'ici des résultats décisifs.

Nous ignorons l'effet que les auteurs de cette innovation attribuent particulièrement à l'argile qui fait partie intégrante, mais accessoire seulement, de leur composition. Toujours est-il, qu'ils admettent sans doute une action favo-

table de la part de cet agent. C'est ce qui nous a déterminé, en partie, à relater ici leur procédé.

D'après M. Thomson, on faisait fondre par le galvanisme un globe de fer en contact avec de l'alumpe humectée, il formait un alliage avec l'antimoine.

Cet alliage fait lentement effervescence sous l'eau, en s'y recouvrant d'une poussière blanche.

25. Antimoine et Fer.

L'union de l'antimoine et du fer, par fusion, est facile, et il paraît qu'elle peut avoir lieu dans toutes les proportions. Ces deux métaux ont beaucoup d'affinité l'un pour l'autre. Leurs alliages sont beaucoup plus fusibles que le fer, blancs, durs et très-cassants. Leur pesanteur spécifique est moindre que celle moyenne des deux métaux.

On peut également obtenir cet alliage, suivant H. Thomson, en fondant ensemble, dans un creuset, 2 parties de sulfure d'antimoine et 1 partie de fer.

On appelle autrefois cet alliage *royale martiale*. On s'en sert en pharmacie pour préparer le safran de mars, antimoine apéritif de Stahl.

La vertu magnétique du fer est beaucoup plus diminuée, par son alliage avec l'antimoine, que par son union avec le plus grand nombre des métaux. Le fer devient aussi par là plus dur, plus aigre, plus fusible, et se rapproche de la fonte.

L'antimoine, à son tour, devient, en s'alliant au fer, plus dur et plus réfractaire.

M. Karsten a fait des essais, à cet égard, dans les forges de Creutzbach, dans la Haute-Silésie. Il a ajouté à la fonte, après qu'elle fut liquéfiée, un pour cent d'antimoine. Malgré sa volatilité, ce métal a eu sur le fer une influence plus funeste encore que l'étain. La loupe dégagait aussi des vapeurs blanches, et le fer devenait très-cassant à chaud et à froid. Ces résultats sont confirmés à ceux de *Hausenfratz*. En analysant ce fer, on y a trouvé 0,25 p. $\frac{1}{100}$ d'antimoine.

Ayant reçu d'une autre usine plusieurs échantillons d'un fer très-cassant à froid, et dont on attribuait la mauvaise

qualité à l'analyse, M. Karsien en fit l'analyse; mais il n'y découvrit, outre une trace de soufre et 0,36 p. $\frac{\%}{100}$ de phosphore, que 0,114 d'antimoine. Ce n'est, d'après lui, qu'une petite quantité d'antimoine qu'on pourrait attribuer la fragilité de ce fer.

En chauffant l'antimoine en excès avec le fer, à une haute température, il se forme, suivant M. Dumas, un alliage fusible contenant un atome d'antimoine et un atome de fer, ou bien 70 d'antimoine et 30 de fer. Cet alliage est très-dur, blanc et peu magnétique. Quand on augmente la quantité de fer, l'alliage devient plus dur encore, et alors il présente une propriété singulière; il donne des étincelles quand on le frotte rudement. Riquemont, qui a découvert ce fait remarquable, produisit son alliage avec 2 parties de fer pour 1 d'antimoine.

Selon M. Berthier, l'antimonifère contient 0,768 d'antimoine, ou 1 atome d'antimoine pour 1 atome de fer, est indécomposable par la plus forte chaleur; mais les antimonifères qui renferment une plus forte proportion d'antimoine, sont ramolcis, par une température de 150° p. à n'en contenir qu'environ 1 atome pour 1 atome de fer, comme l'indique M. Dumas.

J'ai essayé aussi en 1827 quelques essais relatifs à l'union du fer avec l'antimoine: qu'il me soit permis d'en rendre compte ici succinctement.

D'abord j'ai voulu m'assurer si l'antimoine possédait, ainsi que l'étain, la propriété de déterminer la fusion du fer forgé. J'ai soumis, à cet effet, à une haute température, dans un creuset couvert, une portion de fer forgé, et, je crois, 30 p. $\frac{\%}{100}$ d'antimoine. Mais, soit que le coup de feu ne fût point assez violent, soit que la proportion de l'antimoine fût insuffisante, ou bien aussi que ce métal ne jouisse point de la propriété dont il s'agit, je n'eus pas la fusion du fer, tandis qu'elle eut au lieu avec le même quantité d'étain placée dans les mêmes circonstances.

Cependant, il paraît qu'une certaine proportion d'antimoine s'unit au fer: car en retirant celui-ci du creuset, il répandit des vapeurs blanchâtres, provenant de la volatilisation de l'antimoine, et il laissa également des traces blanches sur l'enclume. La malléabilité de ce fer ne me parut point avoir souffert beaucoup de cette opération.

J'ai fait ensuite trois essais d'alliage, par fusion, du fer de fonte avec l'antimoine, dans les proportions suivantes :

100 parties de fer de fonte et 1 partie d'antimoine.

100 ————— et 2 —————

100 ————— et 5 —————

L'antimoine n'était ajouté au fer qu'après que ce dernier se trouvait déjà en fusion dans le creuset.

J'ai coulé un lingot avec chacun de ces alliages, et ils ont donné lieu aux observations ci-après :

1^{er} lingot. Cassure raboteuse, striée, lamellaire; cristallisation confuse divergente; blanc-grisâtre; assez éclatante.

Sous la lime, gris d'acier; éclatante.

Sous la meule, gris d'acier; un peu plus foncé que sous la lime et moins éclatante.

2^e lingot. Cassure raboteuse, striée, lamellaire; cristallisation confuse, divergente; blanc-grisâtre, peu éclatante.

Sous la lime, blanc-grisâtre; peu éclatante.

Sous la meule, gris de fer; éclatante.

Ce lingot était très-dur et très-cassant; l'ayant laissé tomber sur des dalles de pierre, il s'est brisé en deux morceaux, quelque son écartement fût de 17 millimètres.

3^e lingot. Cassure raboteuse lamellaire; cristallisation confuse divergente.

Blanc-grisâtre.

Sous la lime, blanc-grisâtre; brillante.

Sous la meule, un peu plus foncé que sous la lime; éclatante.

Ce lingot, qui avait les mêmes dimensions que le précédent, s'est aussi brisé, en le laissant tomber d'environ trois pieds de haut, sur des dalles de pierre.

Il nous semble résulter en outre de ces trois opérations, que l'antimoine ne se volatilise pas en totalité lorsqu'on le projette dans du fer de fonte en fusion; mais qu'une portion reste combinée avec le fer par suite de son affinité pour ce métal; et que l'antimoine exerce aussi une grande influence sur la cristallisation du fer pendant le refroidissement. On voit, en effet, que la proportion de 1 d'antimoine, au plus, pour 100 de fer, a déjà suffi pour dénaturer la cassure du fer de fonte; l'aspect de la cassure est ensuite resté le même jusqu'à la proportion de 5 d'antimoine pour 100 de fer. Elle ressemblait beaucoup alors, celle du zinc.

25. *Argent et Fer.*

L'alliage de ces deux métaux a été peu examiné par les chimistes modernes, et ils ne sont point parfaitement d'accord à cet égard, soit entre eux, ou avec leurs prédécesseurs. Il paraît néanmoins hors de doute que ces deux métaux peuvent s'allier, du moins en certaines proportions.

Voici, au reste, l'état de nos connaissances actuelles, relativement à leur action réciproque.

Macquer, Leonhardt, Rimmann, Gellert et d'autres prétendent que l'argent et le fer s'allient très-facilement l'un à l'autre. Gellert assigne même à l'argent le second rang dans l'ordre de l'affinité du fer pour les autres métaux, l'or occupant le premier rang. M. Thénard dit que cet alliage paraît impossible, et M. Berthier a aussi l'opinion que l'argent et le fer ne peuvent pas former de véritables alliages, mais il admet cependant que le fer chauffé avec du l'argent retient une certaine quantité de ce métal. M. Berthollet admet que ces deux métaux s'allient facilement en les fondant ensemble, et prétend qu'on ne peut plus les séparer l'un de l'autre par la compulsion à l'aide du plomb; il faut, dit-il, avoir recours aux acides ou à la fusion avec le borax et le nitre, ou bien il faut faire fondre l'alliage avec du sulfure de plomb, pour soustraire ensuite l'argent plombifié à la compulsion.

Faltermus reconnaît que l'argent et le fer s'unissent aisément par la fusion, et qu'à quantités égales de chacun d'eux, l'alliage a la couleur de l'argent; qu'il a beaucoup de ductilité, mais qu'il est plus dur et moins élastique que l'argent. Cet alliage est attirable à l'aimant. M. Cadet s'étonne qu'on n'en fasse point usage dans les arts, où cependant il pourrait être utile.

D'après Rimmann, 3 parties d'argent peuvent se combiner avec 1 partie de fer. L'argent, sans rien perdre de sa ténacité, devient alors plus dur, et servirait, selon le même auteur, avec plus d'avantage, à la confection des haches, des hacheaux pour trancher les fruits, etc.

Selons Macquer et Leonhardt, en faisant fondre ensemble pendant vingt minutes, dans un creuset luth et suspendu de haut, 38 parties d'argent fin et 20 parties de limaille de fer, fine, avec 200 parties de flux noir et 50 de verre blanc de sel de cuisine pulvérisé, on a obtenu un alliage de 58 par-

tica d'argent et 10 parties de fer. Cet alliage est blanc d'argent, ductile, et doux à la lime comme de l'argent à 8 $\frac{1}{2}$ onces, mais plus élastique que l'argent pur. La chaleur ordinaire ne le colore point, mais la chaleur rouge le rend plus tendre sans l'oxyder. Il se montre sensible à l'aimant, et s'oxyde, quoique lentement, dans l'humidité. Il est plus convenable pour la fabrication de couteaux de dessert, de boucles et de bagues que l'argent allié de cuivre.

Les mêmes chimistes prétendent que l'argent ne se combine point intimement avec $\frac{1}{2}$ de fer.

Guyton-Morveau pense que ces deux métaux, maintenus ensemble en fusion, finissent par se séparer selon leur pesanteur spécifique, formant ainsi deux culots distincts, dont l'un se compose d'argent ferrugineux, et l'autre de fer argentifère. L'un et l'autre sont attirables à l'aimant.

Suivant Coustomb, l'argent ne peut retenir que $\frac{1}{1000}$ de fer, et le fer, selon Guyton-Morveau, $\frac{1}{200}$ d'argent, qui lui donne une grande dureté et une fort belle texture.

Presque tous les métallurgistes pensent que l'argent ne peut être nuisible au fer; mais les essais d'affinage que M. Karsten a fait faire, sous ce rapport, dans la Haute-Silésie, ont cependant présenté d'assez mauvais résultats, par suite d'une addition à la loupe d'un et demi pour cent d'argent le plus fin. Le travail au feu n'était pas plus difficile qu'à l'ordinaire, mais le fer se forgeait mal, présentait des pailles et des solutions de continuité; les barres étaient criquées sur leurs arêtes, et ressemblaient assez au fer rouvertin. Après le refroidissement, elles offraient beaucoup de résistances. Sur dix barres, on n'en a pu recevoir que trois.

Le fer obtenu par cet essai se dissolvait dans l'eau régale sans laisser de résidu. Essouffé de beaucoup d'eau, le liqueur donna, par la gaz hydrogène sulfuré, un précipité incolore, dont le résidu, laissé après la calcination, fut dissous, à la chaleur de l'ébullition, dans l'acide nitrique, et traité par le sel marin.

C'est par ce moyen seulement qu'on a pu déterminer la petite quantité d'argent contenue dans le fer.

On y trouva 0,034 p. $\frac{1}{100}$. L'argent agit donc sur le fer d'une manière presque aussi subtile que le soufre.

M. Karsten regarde comme certain, vu les expériences de Rissmann, que l'argent peut se charger de 30 p. $\frac{1}{100}$ de fer; mais il n'en a pas encore prouvé, dit-il, que le fer puise

fermer des alliages homogènes avec de très-petites quantités d'argent, et il ne doute point, d'après les expériences qu'on ven de citer, que ces alliages ne soient de mauvaises qualité. Il suffit, dit-il, de 0,0004 d'argent pour diminuer la solidité du fer.

Plusieurs chimistes partagent le doute de M. Korten sur l'immixtion des alliages du fer et d'une très-faible proportion d'argent. D'accord avec Gayton-Morseau, ils prétendent que les deux métaux se séparent pendant la solidification de la masse, et que, par une sorte de liquation, des globules d'argent sortent autour de la surface de l'alliage. Quand ensuite on martelle cette combinaison et qu'on la trempe dans de l'acide sulfurique étendu, on voit qu'elle se corrompt en un tissu de fils des deux métaux composants, glissés les uns à côté des autres, et présentant l'apparence d'un paquet de fibres d'argent et de fer, réunies par la fusion. Ces fibres d'argent offrent un très-bel aspect; elles ont quelquefois trois à quatre millimètres de long.

Les mêmes que la quantité d'argent ne s'élève pas au-delà de $\frac{1}{100}$ du poids du fer, on s'aperçoit que ce dernier ne se trouve pas à l'état de combinaison intime avec l'argent. La masse se recille promptement à l'air, ce qui paraît dépendre d'une action électrique entre les deux métaux qui s'y trouvent séparés.

On a déjà pu voir, par ce qui précède, que l'argent ne diminue pas sensiblement la propriété qu'a le fer d'être attiré à l'aimant. En voici des preuves :

Coulomb trouve que l'argent contenant seulement $\frac{1}{100}$ de fer pourrait agir sur l'aiguille aimantée.

On prétend même que l'argent, extrait du minerai d'argent, manifeste encore une légère action sur l'aiguille, bien que d'après le calcul il ne contienne que $\frac{1}{10000}$ de fer.

Plus on dit que Marc-Antoine usait du fer à sa monnaie d'argent, et que ces pièces étaient attirées à l'aimant. On prétendrait néanmoins que les Romains de cette époque pouvaient former un pareil alliage, et peut-être ces pièces n'étaient-elles qu'un mélange d'argent, de cuivre et de nickel.

Nous terminerons cet article en indiquant, d'après M. Korten, plusieurs manières d'argenter le fer et l'acier.

Après avoir poli le fer, on peut l'argenter avec des feuilles d'argent, qu'on brase à sa surface, au moyen d'une soudure composée de 4 parties d'argent fin et 3 ou 5 de cuivre jaune.

On fait usage d'une soudure d'étain, si les objets sont étamés et que les sciens ne puissent supporter le degré de chaleur requis pour la soudure ordinaire, sans perdre une partie de leur dureté.

On peut argenter aussi avec les amalgames, en couvrant d'abord la surface du fer d'une couche de cuivre précipité pour la dorure.

L'argenterie devient très-solide, si, au lieu d'employer l'amalgama, on opère à froid, en frottant avec de la poudre à argenter, le fer couvert de cette couche de cuivre, jusqu'à ce qu'il n'existe plus une trace de couleur rouge. On obtient cette poudre en mêlant une partie d'argent précipité d'une dissolution, à l'aide du cuivre, avec quatre parties de tartre et quatre de sel marin.

On prétend que les Russes (en Russie) ont coutume de recouvrir de feuilles d'argent, du fer caboteux, auquel il les soude ou les martelait uniformément.

27. Arsenic et Fer.

On peut allier ces deux métaux, par fusion, en diverses proportions.

Cet alliage est plus ou moins blanc, dur, rigide, cassant et fragile, suivant que la proportion de l'arsenic y est plus ou moins forte. Cet alliage est susceptible de cristalliser; sa cassure est plus dense et d'un grain plus fin que celle du fer; elle se rapproche beaucoup, selon Achard, de la cassure de l'acier. Cet alliage n'est plus attirable à l'aimant, quand il contient une certaine quantité d'arsenic; car il n'est point exact de dire qu'une petite dose de ce métal suffit pour neutraliser les propriétés magnétiques du fer; cet effet ne peut avoir lieu, suivant M. Kerslake, que pour les alliages où il entre au moins parties égales de ces deux métaux; cependant plusieurs chimistes attribuent à l'arsenic une influence plus prononcée sous ce rapport.

M. Cadet prétend que cet alliage est susceptible de prendre un brillant vif et un très-bon poli; et qu'en on fait des bijoux.

M. Berzelius dit que 100 parties de limaille de fer qu'on fait rougir dans une cornue, avec 200 parties d'arsenic, au ratiement 138, sans fondre.

M. Thomson affirme aussi que le fer peut se combiner avec l'arsenic, dans une proportion qui excède son poids.

D'après M. Thénard, un alliage formé de 1 partie d'arsenic et de 2 parties de fer, est :

Blanc-grisâtre, sans action sur l'aiguille aimantée, très-cassant, beaucoup plus fusible que le fer; il absorbe le gaz azoté de l'air à l'aide de la chaleur, et se convertit en diarséide d'arsenic volatil, et en oxide de fer fixe.

Cet alliage s'obtient en mêlant une partie de fer en limaille avec un peu plus d'une demi-partie d'arsenic en poudre, plaçant le mélange dans un creuset couvert, et le chauffant dans un fourneau à réverbère jusqu'à ce que l'alliage soit fondu.

Selon M. Berthier, on ne peut pas, en chauffant simplement du fer avec de l'arsenic, obtenir un véritable arsénure; la plus grande partie de l'arsenic se volatilise avant que la combinaison ait pu avoir lieu. On ne réussit pas mieux en employant un mélange d'acide arsénieux et de charbon; mais en chauffant graduellement jusqu'à la couleur blanche 100 de battitures de fer en poudre, 50 d'acide arsénieux, 50 de carbonate de soude et 20 d'amidon, on obtient 100 d'arsénure qui, fondue de nouveau avec de l'acide arsénieux, du carbonate de soude et de l'amidon, absorbe 25 d'arsenic. Enfin, en chauffant une troisième fois cet arsénure avec le même mélange, il prend encore 15 d'arsenic; il s'en trouve alors ainsi, et il en contient un peu plus de 1 atome pour 2 atomes de fer. Cet arsénure est un peu bulleux, gris et facilement pulvérisable.

Selon M. Berthier, l'arsénure de fer saturé d'arsenic à 420°, est composé de :

Fer.	0,59	. . .	100
Arsenic.	0,41	. . .	69,58

Il est d'un gris de saf, très-fragile, à cassure lamelleuse, à grandes lames très-béantes; il n'est pas magnétique : il est très-fusible. Par le grillage, il se transforme en sous-arsénite de peroxide, avec dégagement d'acide arsénieux. Il est intangible par les acides sulfuriques et muriatiques, facilement attaqué par l'acide nitrique, et soluble dans l'eau régale, qui le transforme en arsénite de peroxide.

Très-peu d'arsenic, selon les expériences de Bergmann, ne peut rendre le fer ni cassant ni cassé à froid. M. Berthier n'est pas entièrement de cet avis; il pense qu'une petite quantité d'arsenic rend seulement le fer cassant à froid.

M. Berthier prisen également qu'il ne faut qu'une très-petite quantité d'arsenic pour altérer la malléabilité du fer et le rendre cassant à froid. Bismuthien soutient même que la plus faible quantité d'arsenic suffit pour produire cet effet, mais M. Karsfen trouve que cette opinion est pour le moins exagérée.

D'après les essais de Bismuthien, l'alliage se forgeait bien, mais il ne se laissait pas souder, il répandait une odeur d'ail pendant le martelage et paraissait, en général, plutôt rouvrin que cassant à froid.

Selon les expériences de M. Karsfen, un peu d'arsenic ajouté à la loupe, retarde l'affinage de la masse à tel point qu'il faut deux ou trois fois plus de temps pour l'effectuer; il se produit une grande quantité de scories corrosives et arides de fer, qui occasionnent un déchet considérable, et qui pourraient même, si les essais étaient continués avec des doses d'arsenic plus fortes, faire entrer toute la masse en vitrification.

Le fer s'était aigri et sentait les épreuves moins bien qu'à l'ordinaire; mais il se forgeait sans criques et sans pailles. On l'a dissous dans l'eau régale, à la chaleur de l'ébullition. Le précipité obtenu au moyen du gaz hydrogène sulfuré, ne contenait pas une trace d'arsenic. Si le fer s'est donc chargé d'une légère dose de ce métal, elle était si petite que l'analyse ne pouvait la découvrir. M. Karsfen fait encore la remarque, que la dissolution n'avance qu'avec une lenteur extraordinaire, ce qui indiquerait pourtant, dans son opinion, un changement dans les propriétés du fer.

M. Lempadius fait observer qu'aux forges de Breitenhof, en Saxe, on veut fondre un acier rouge très-riche; mais qu'il a desuré du fer si rouvrin qu'il était intraitable, et qu'en trouva dans la fonte 8, 5 p. $\frac{3}{4}$ d'arsenic.

D'après M. Garnay, les minerais d'Otze ne produisaient un fer si cassant à froid, que parce qu'ils sont souillés de cobalt et d'arsenic.

Lors de la conquête d'Alger, il s'est trouvé parmi les matériaux que renfermait l'arsenal de la Casbah, des bombes et des boulets que l'on ne pouvait pas employer en nature, et que l'on a importés en France pour les refondre et les mouler en projectiles de calibre, ou pour les convertir en fer. Mais l'on a bientôt reconnu qu'il était impossible d'en tirer aucun parti, tant la fonte était de mauvaise qualité.

M. Berthier a été chargé d'examiner séparément les bombes et les boulets pour en constater la nature. Le fragment de

bombe qui lui a été rendue était épais de 5 centimètres, à cassure lamelleuse, à lames isolantes, droites, traversant le moulage perpendiculairement aux faces de moulage, présentant à la cassure des cavités arrondies et ovales, assez grandes. Sa couleur était le gris-blanc; il était très-fragile, et il a été facile de le réduire en poudre fine. Sa pesanteur spécifique a été trouvée de 7,585.

Les boulets sont encore plus fragiles que les bombes. Avec quelque attention on parvient aisément à les rompre suivant un plus diamètre, et alors on voit qu'ils présentent une cassure rayonnée à rayons partant du centre et aboutissant à la circonférence. Ces boulets sont raboteux et plicés à la surface, et presque toujours ils sont caverneux. La pesanteur d'un fragment a été trouvée de 7,65.

Ces fontes, d'après l'analyse de M. Berthier, ne renferment que de l'arsenic et du carbone dans les proportions suivantes :

	Bombes.	Boulets.
Arsenic. . . .	0,008 . .	0,270
Carbone. . . .	0,018 . .	0,010
	0,113 . .	0,280

Elles ne contiennent ni soufre, ni manganèse, ni cuivre, ni silicium.

M. Berthier s'est servi du briquet pour doser le carbone. Les deux fontes s'y dissolvent très-promptement. Le carbone avec la vérité mêlé avec une petite quantité d'arséniate de fer, mais on en sépare aisément ce sel à l'aide d'une petite quantité d'acide muriatique.

D'après la forme des bombes, les officiers d'artillerie croient pouvoir affirmer que ces fontes ont été moulées en Espagne; mais on ignore absolument à quelle époque et dans quelle province. On ne sait par conséquent pas non plus avec quels minerais elles ont été préparées.

Ce ne peut être avec du mispickel, fait observer M. Berthier, puisque l'on n'y trouve pas de soufre. Il faut qu'il existe quelque part, en Espagne, des dépôts abondants d'arséniate ou d'arséniate de fer, minéraux qui ne se sont rencontrés jusqu'ici que dans un très-petit nombre de lieux; et très-rarement en grande quantité.

On trouve dans le comté de Bedford, en Pennsylvanie, du *fer natif arsénif*, composé de

Fer.	0,9744	} 0,9940
Arsenic.	0,0158	
Plombagine.	0,0040	

et ne contenant ni soufre ni nickel.

Il est cristallin et composé de petits prismes rhomboïdaux ; sa couleur tient le milieu entre le blanc d'argent et le gris d'acier. Il est difficile à casser, et il s'aplatit comme le fer malléable ; sa cassure est railléeuse ; il est aussi dur que l'acier ; sa pesanteur spécifique est de 7,387 ; il est très-magnétique, et il a des pîles.

On rencontre fréquemment dans la nature une combinaison du fer avec l'arsenic.

L'arsénifère de fer se trouve abondamment à Reichenstein, en Silésie, dans une roche serpentineuse, et on l'exploite pour en extraire l'arsenic. Son système cristallin est prismatique. Klaproth y avait trouvé 0,38 de fer et 0,62 d'arsenic ; mais il a donné à MM. Karsten et Hoffmann les résultats suivants :

	M. Karsten.	M. Hoffmann.
Fer.	0,324	0,391
Arsenic.	0,689	0,600
Soufre.	0,017	0,020
Gaugue.	0,000	0,022
	1,000	0,983

M. Karsten dit qu'il contient de la pyrite magnétique que l'on peut en séparer au moyen du barreau aimanté. Dans ce cas, l'aspèce renfermerait 2 atomes de fer et 3 atomes d'arsenic ; mais M. Hoffmann conclut de son analyse, que le minéral de Reichenstein est l'arsenic Fe A S^2 mélangé de 0,0595 de pyrite commune.

Une autre combinaison naturelle de fer et d'arsenic constitue le mispickel ou arsénio-sulfure de fer. Ce minéral est d'un gris-blanc, métallique, à cassure grenue. Sa forme primitive est un prisme droit rhomboïdal, dont les angles sont de $111^{\circ}12'$ et $68^{\circ}48'$, et dans lequel la hauteur est à la moitié de la grande diagonale, à peu près :: 6 : 5. — Sa pesanteur spécifique est de 5, 6. — Au chalumeau, seul dans le creuset, il donne d'abord du sulfure rouge d'arsenic, puis

de métal noir, celle de l'arsenic métallique. Le résidu peut être de la pyrite magnétique. Sur le charbon il dégage une fumée épaisse d'arsenic, et se fond en une boule qui offre l'apparence de la pyrite magnétique. — Il est insoluble par l'acide muriatique. On le trouve dans les terrains anciens. — Il est composé, selon M. Berthier, de

Fer.	0,335	} 1,000
Arsenic.	0,465	
Soufre.	0,200	

Sa formule est $FA^2 + FS^2$.

28. Arsenic et Glucium.

Cet alliage se forme, d'après M. Berthius, avec dégagement de lumière, quand on chauffe les deux métaux. C'est un poudre grise qui, mise en contact avec l'eau, dégage de l'hydrogène arsurié.

29. Acier et Iridium.

Ces deux métaux s'allient facilement, par la fusion.

MM. Stodart et Faraday ont employé aussi l'iridium dans les outils qu'ils ont faits en grand, pour l'amélioration des aciers. Ils ont reconnu que l'iridium est un des métaux qui donnent les meilleurs alliages avec l'acier, et que la meilleure proportion, lorsque'on a pour objet l'amélioration des outils tranchants, est d'environ $\frac{1}{100}$ d'iridium.

30. Argent et Iridium.

L'argent, d'après M. Berthius, peut être allié à l'iridium, sans rien perdre de sa ductilité et de sa couleur.

M. Thomson pense que l'union de ces deux métaux ne forme pas une combinaison intime, mais seulement un composé parfaitement mélangé. Dans un cassi qu'il a fait, l'iridium ne paraissait pas être parfaitement combiné avec l'argent, mais seulement disséminé à travers sa substance, à l'état d'une poudre fine. Cependant, l'iridium ne peut être séparé de l'argent par la coupellation; mais, suivant M. Berthius, quand on traite l'alliage par l'acide nitrique, l'argent se dissout, tandis que l'iridium reste sous la forme pulvérescente.

31. *Arsenic et Iridium.*

D'après les expériences de M. Tennant, l'iridium ne paraît point susceptible de se combiner avec l'arsenic.

32. *Acier et Manganèse.*

Le manganèse s'unit facilement à l'acier et lui donne une grande dureté ; cet alliage se forge aisément, mais il est très- cassant à froid.

M. Bréant en a fait des burins qui entaiaient le fer sans avoir été trempés : la demance qui en résulte est très-noir et très-prononcée.

M. Karsten admet aussi que le manganèse, en raison de la propriété qu'il a de rendre les fers et les aciers très-durs, doit être considéré comme un moyen d'améliorer ceux-ci. Mais il fait observer, d'un autre côté, qu'il est maintenant reconnu que les aciers fondus, les plus durs, contiennent à peine une trace de manganèse.

33. *Ammonium et Mercure.*

On ne connaît jusqu'à présent l'ammonium que combiné avec du mercure, à l'état d'amalgame.

M. Berzélius, à qui l'on doit les premières notions sur cet alliage, indique, pour l'obtenir, les deux procédés suivants :

On prend un morceau de sel ammoniac, on y creuse un trou, on humecte cette cavité avec un peu d'eau, et on y place un globe de mercure communiquant, par un fil de platine, avec le pôle négatif d'une pile électrique, pendant qu'un autre fil de platine, provenant du pôle opposé, plonge dans le sel humide. On approche ce dernier autant que possible du mercure, sans cependant le mettre en contact avec lui, et l'on voit alors le globe grossir tellement qu'il remplit peu à peu la cavité entière et qu'il finit même par la dépasser de beaucoup. On peut se procurer ainsi une grande quantité de cet amalgame à l'état sec ; lorsque cet amalgame est saturé, il a une couleur gris de plomb.

L'autre procédé, que M. Berzélius regarde comme la manière la plus élégante de préparer l'amalgame d'ammonium,

consiste à creuser une cavité dans un morceau de sel ammoniac, à en humecter légèrement la face interne et à y déposer ensuite une goutte d'amalgame de potassium; l'amalgame d'ammonium ne tarde pas à s'élever au-dessus de la cavité.

On n'est pas encore parvenu à obtenir l'antimoine combiné avec un autre métal que le mercure, et cette combinaison ou amalgame ni avec le fer ni avec le platine.

34. Antimoine et Manganèse.

On n'est pas encore parvenu, selon quelques chimistes, à former un alliage de ces deux métaux.

Cependant, M. Berthier dit que le manganèse peut former des alliages faibles avec l'antimoine.

35. Antimoine et Mercure.

L'antimoine provenant de la réduction de son sulfure par le fer et le charbon de bois, s'allie facilement au mercure par trituration.

M. Port est le premier, dit-on, qui ait fait cette observation.

On forme aussi l'amalgame d'antimoine, en versant de l'antimoine en fusion dans du mercure presque bouillant.

En mêlant de cette manière 5 parties de mercure avec 1 partie d'antimoine fondue, on obtient, d'après M. Thomson, un amalgame mou, qui se décompose très-promptement de lui-même.

M. Gellert a également réussi à former cet amalgame.

Selons M. Berthius, le mercure se combine très-lentement avec l'antimoine; cet amalgame est grenu, et d'un blanc d'étain.

36. Argent et Manganèse.

Ces deux métaux se combinent par le fusion.

Selon Macquer et Lechardi, un alliage formé de manganèse et de 80 p. $\frac{2}{3}$ d'argent, fut trouvé ductile, fibreux et grenu à la cassure, et d'une couleur plus foncée que celle de l'argent.

M. Berthius dit que ces deux métaux ne peuvent pas être séparés par la coupellation.

M. Berthier a chauffé à 150°, dans un creuset brasqué, le mélange suivant :

13g, 5 argent fin en poudre;
8, 0 oxide rouge de manganèse en poudre;
1, 0 charbon;
0, 5 borex fondus.

25, 0

On a eu un calot métallique parfaitement fondus, enduit d'une légère pellicule de scorie vitreuse d'un vert olive. L'alliage pesait 17 g. 90; il était par conséquent composé de

Argent. . . 0,763 un peu moins de 1 at.
Manganèse. . 0,237 un peu plus de 1 at.

Il était d'un blanc un peu gris; il exhalait l'odeur de l'hydrogène sous l'insufflation de l'acide. Il était tenace et ductile; il s'éplatait sous le marteau avant de se rompre, et l'on a pu même le réduire en feuilles minces au laminoir; mais ces feuilles étaient ridées, et, en les pliant sur elles-mêmes, elles se brisaient ou se gerçaient. La cassure de l'alliage était grenue et défilée.

31. Argent et Mercure.

Ces deux métaux s'unissent promptement et facilement, en toutes proportions, même à froid, mais mieux encore à une douce chaleur, lorsqu'on triture ces métaux ensemble. Si le mercure est en excès, l'amalgame est liquide, mais il se sépare en deux combinaisons en le filtrant à travers une peau de chamois. A travers la peau s'écoule un liquide tout-à-fait semblable au mercure; dans la peau, il reste un amalgame solide. Le mercure qui s'écoule retient toujours un peu d'argent, et il reste toujours aussi du mercure dans le composé solide, qui est cristallin, grenu et mou.

On prépare aisément l'amalgame par la voie sèche, en prenant des morceaux d'argent rouge de feu, dans du mercure chauffé au point qu'il commence à fumer, ou en chauffant simplement du mercure avec de l'argent en feuilles, ou bien aussi avec de l'argent à l'état de poudre coléenne, tel qu'on l'obtient en précipitant l'argent par le cuivre. Il y a formation de cristaux dendritiques qui, suivant les académiciens de Dijon, contiennent 3 parties de mercure et une partie d'argent.

Cet amalgame est blanc, très-fusible, et se conserve en toujours molle; sa pesanteur spécifique excède celle moyenne des deux métaux. M. Gellart a même remarqué qu'en jetant de cet alliage dans du mercure pur, il gagne le fond de ce liquide. Cet amalgame cristallise facilement, se décompose par la chaleur, n'éprouve aucune altération dans son contact avec l'air et ne se dissout que dans une grande quantité de mercure.

M. Tadmor le prépare en chauffant jusqu'au rouge une partie d'argent en grenaille, projetant successivement cette grenaille dans 12 ou 18 parties de mercure chauffé à environ 200°, et comprimant ensuite le mélange pour le faire passer à travers une peau de chamois; l'amalgame mou reste dans le vase qu'on a formé.

Cet amalgame sert pour argenter.

M. Ure prétend qu'il se développe un degré de chaleur très-sensible, lorsqu'on pèse ensemble, dans le mois, du mercure et une feuille d'argent.

La combinaison de l'argent avec le mercure se rencontre dans la nature, tantôt à l'état liquide, même avec des cristaux, tantôt cristallisé, soit en octaèdres réguliers à angles tronqués, soit en dodécédres rhomboïdes, d'un blanc d'argent. Cette combinaison est décomposable par la chaleur et reforme, selon M. Dumas, 34,65 de mercure.

On obtient la même combinaison cristallisée, en mêlant 3 parties d'une dissolution saturée d'argent dans l'acide nitrique, avec 2 parties d'une dissolution également saturée de mercure dans le même acide, et plaçant au fond du vase qui contient le mélange, un amalgame de 7 parties de mercure et de 1 partie d'argent en feuilles. Au bout de 24 à 48 heures, on trouve dans le liquide une multitude de cristaux, d'un blanc brillant métallique, qui s'étendent sous forme de ramification, jusqu'à la surface du liquide, et produisant ainsi une végétation qu'on appelait autrefois arbre de Diane.

La formation de ces cristaux est due à la précipitation de l'argent par le mercure; elle n'a lieu que quand il y a plus de mercure qu'il n'en faut pour la précipitation complète de l'argent, sans que toutefois il y en ait assez pour que la végétation métallique en soit dissoute.

L'amalgame de mercure et d'argent cristallisé est composé, selon M. Berzelius, de 65 parties de mercure et 35 d'ar-

gent. M. d'Annafeld a obtenu des cristaux d'amalgame d'argent, en prismes rectangulaires qui se sont trouvés composés de 1 at. d'argent et 3 at. de mercure; mais comme ils avaient un certain degré de mollesse, il se peut, fait observer M. Berthéle, qu'ils contiennent du mercure mélangé et que l'amalgame par ne renferme que 2 at. de mercure.

Selon M. Daniell, lorsqu'on plonge dans du mercure une tige d'argent, au bout d'un temps plus ou moins long, elle se couvre de cristaux d'amalgame.

Les amalgames d'argent sont facilement décomposés par la chaleur rouge : le mercure s'entraîne pas d'argent; mais il paraît que l'argent retient des traces de mercure qu'on ne peut pas lui enlever en le chauffant même très-fortement.

La nature nous offre dans le mercure argental, un amalgame d'argent, cristallisé, qui, d'après Klaproth, est composé de

Argent.	0,36	} 1,000.
Mercure.	0,64	

Cette composition correspond presque exactement à la formule Ag Hg^2 , qui donne rigoureusement 0,3468 d'argent et 0,6532 de mercure.

Cet amalgame naturel est d'un blanc d'argent, quelquefois un peu gris, très-éclatant, tendre, se laissant couper au couteau. Sa pesanteur spécifique est de 13,755. On le rencontre le plus ordinairement, selon M. Berthéle, dans les mines de mercure; souvent alors il est mêlé de mercure cristallin, et dans ce cas il est mou.

L'analyse de Klaproth concerne l'amalgame cristallisé.

38. Argent et Molybdène.

D'après M. Berthéle, l'argent forme avec le molybdène un mélange gris, gross et aigre.

Voici quelques résultats d'expériences qui paraissent d'accord avec l'opinion précédente; ils sont rapportés par M. Thomas.

M. Bilsen ayant chauffé fortement, dans un creuset, 4 parties d'argent et 2 parties de molybdène, il ne se forma point de bouton. En continuant de chauffer, il y eut liquation d'une partie de l'argent retenant encore une partie de molybdène et qui prenait, en la chauffant, une couleur bleueâtre. Le résidu étant fondé de nouveau dans le charbon, devint plus

compacte; il était cassant, de couleur grise et d'une texture grossière. En le mettant seul en fusion, l'argent s'en écoulait. L'argent était aussi séparé de cet alliage par l'acide nitrique, et le molybdène converti en oxide blanc.

Avec 4 parties d'argent et 1 partie de molybdène, on eut un composé malléable, mais qui ne put être fondue en un bouton arrondi. Il était de couleur d'argent et d'une texture grossière.

1 partie d'argent et 2 parties de molybdène fondirent en un petit bloc grisâtre, cassant et grossier. En chauffant le composé sur le charbon, le molybdène s'évaporait et l'argent restait.

On peut séparer le molybdène de l'argent par la coupellation, et spécialement si l'alliage a été préalablement calciné.

Selon M. Berthier, le molybdène se comporte avec l'argent de la même manière que le tungstène.

39. Arsenic et Manganèse.

L'arsenic s'unit au manganèse par fusion, et le rend plus blanc, plus cassant et plus fusible.

D'après Bergmann, l'arsenic blanc, par sa fusion avec le manganèse, reprend l'état métallique et se combine, en égale quantité, avec le manganèse.

Selon M. Berthier, on ne peut obtenir l'arsénure de manganèse qu'en combinant directement le manganèse avec l'arsenic.

L'arsénure de manganèse existe dans la nature. Un minéral de cette espèce a été trouvé en Saxe et on l'a été confondu jusqu'ici, dit M. Berthier, avec le peroxide de manganèse.

Cet arsénure est d'un blanc tirant sur le gris, d'un éclat assez vif, dur, cassant, à texture grossière, et composé de couches membraneuses. Sa pesanteur spécifique est de 5,35.

— Au chalumeau il brûle avec une flamme bleueâtre, en répandant l'odeur d'ail. — Il est composé, selon M. Kona, de

Manganèse	0,455	. . .	1 at.
Arsenic	0,545	. . .	1 id.
Oxide de fer	0,007		5

40. *Arsenic et Mercure.*

D'après Bergmann, il se forme un amalgame d'arsenic qui est gris, quand on met digérer, dans un vase fermé, 1 partie d'arsenic et 5 parties de mercure et qu'on remue souvent le mélange.

M. Thomson dit aussi qu'on opère facilement cet amalgame en tenant pendant quelques heures les deux métaux sur le feu, et en agitant continuellement le mélange.

Selon M. Berthier, cet amalgame se produit directement en chauffant doucement de l'arsenic avec du mercure dans un vase fermé.

Cet arseniure contient le sixième de son poids d'arsenic.

41. *Arsenic et Molybdène.*

En fondant ensemble le molybdène et l'arsenic, ce dernier métal se sublime en totalité; mais en employant l'oxide d'arsenic, il se produit une combinaison de laquelle l'arsenic n'est point siens facilement chassé. Cet alliage est d'ailleurs plus blanc, plus aigre et plus fusible que le molybdène.

42. *Acier et Nickel.*

La plupart des chimistes ont l'opinion que ces deux métaux peuvent se combiner et former un alliage.

MM. Stodart et Faraday s'en sont occupés.

Ils réussirent à combiner :

Selon les uns, 10 parties de nickel avec 80 parties d'acier,
Selon d'autres, 10 idem. 100 idem.

Ce composé se montre susceptible d'être déformé, mais plus disposé à se rouiller que l'acier pur. Il ne leur parut donc pas convenable pour la fabrication de miroirs métalliques, qu'ils avaient alors pour objet.

M. Desprez dit au contraire que le nickel combiné avec l'acier donne un alliage fort remarquable, très-dur et peu altérable à l'air; et M. Dumas prétend qu'il est propre à la confection des miroirs, lorsqu'il y entre 10 p. $\frac{1}{10}$ de nickel; sa densité est, d'après le même, de 7,684.

M. Karsten est parvenu à croire que les alliages préparés par

MM. Stodart et Faraday ne constituent pas de véritables mallesons chimiques; mais il lui paraît possible qu'un métal uni à l'acier, par un simple mélange, en augmente les qualités, comme la ténacité, par exemple, tandis que cet effet n'aurait peut-être pas lieu, par suite d'une combinaison intime.

43. Antimoine et Nickel.

Uni à l'antimoine, le nickel forme, suivant M. Berzelius, un alliage de couleur plombée.

M. Axel a découvert, il y a peu d'années, dans les Pyrénées, un minéral d'un rouge rosé, qu'on regardait, à cause de son apparence extérieure, comme une mine de cuivre. Mais Vasquesen en ayant fait l'analyse, l'a trouvé composé en grande partie d'un alliage d'antimoine et de nickel. Ce minéral contenait en outre,

1^o Du cobalt, également combiné avec les deux métaux précédents;

2^o Du sulfure de zinc et du sulfure de plomb isolés et faciles à distinguer à l'œil;

3^o Du fer;

Le tout dans une gangue quartzreuse et calcariée.

M. Ch. Fehrmann, de Brunenich, a aussi découvert il y a peu d'années, dans les montagnes d'Andreasberg, un nouvel antimoniate de nickel, accompagné de calcite, de galène et de spels-cobalt; il a quelque ressemblance avec le *kupfernickel*, mais il s'en distingue par sa couleur. Il se compose de petites tables à six faces très-minces, soit isolées, soit groupées, et qui présentent l'aspect de dendrides; souvent il est disséminé en grains fins, et alors accompagné de galène et de spels-cobalt; rarement il est en grosses parties. La cassure est brillante, inégale et finement conchoïde: les faces des cristaux ont un grand éclat métallique; dans la cassure fraîche, la couleur est le rouge de cuivre clair, avec une légère tendance au violet.

Des morceaux de ce minéral, parfaitement séparés de la galène, du spels-cobalt et de l'arsenic actif qui l'accompagnent, ne donnent au chalumeau ni odeur d'ail ni odeur sulfureuse, et sur le charbon ils offrent l'indice de l'antimoine. Ils sont très-réfractaires, et on ne peut les fondre qu'en très-petits morceaux. Chauffés dans un tube de verre, il se volatilise de l'antimoine.

Alliage métallique.

Ce minéral a été examiné et analysé par MM. Strömeyer et Hausmann; mais comme il n'est pas possible, pour faire une analyse quantitative, de se procurer assez de minéral pur, on a employé le minéral mêlé de galène, et on y a trouvé

Nickel.. . . .	0,26946	. . .	0,27034
Antimoine.. . . .	0,63736	. . .	0,59706
Fer.	0,00848	. . .	0,00842
Galène.. . . .	0,06435	. . .	0,12357
	0,93965		0,99858

Si l'on considère la galène et le fer comme mélangés, et si l'on prend la moyenne, on trouve

Nickel.	0,31207	{	1,000
Antimoine.	0,68793		

Ces analyses montrent, selon MM. Strömeyer et Hausmann, que ce minéral est composé d'un atome de chaque substance, et qu'il est tout-à-fait analogue au kupfer-nickel, formé d'un atome d'arsenic et d'un atome de nickel.

44. Argent et Nickel.

MM. Thomson et Ure s'accordent à dire que l'argent ne s'allie point au nickel par fusion; mais M. Berzelius prétend que ces deux métaux s'unissent facilement par la fusion, et que cette combinaison est ductile.

Selon M. Berthier, l'argent a une affinité sensiblement plus grande pour le nickel que pour la cobalt, et ces deux premiers métaux peuvent s'allier.

En chauffant à 40° p.

5g d'argent en poudre,

1 d'oxide de nickel pur,

10 de flux noir,

16

on obtient un calot bien fondu, pesant 56,73, et qui par conséquent confirme tout le nickel employé, et est composé de

Argent.	0,865
Nickel.	0,435

L'alliage est d'un blanc un peu gris, il prend un très-beau poli. Il est très-magnétique. Il passe bien au laminoir, et

se réduit en feuilles très-minces, non gerçées sur les bords, et qu'on peut plier plusieurs fois sur elles-mêmes sans les rompre, mais qui est plus de raideur et moins de ténacité que l'argent pur. — L'alliage se détruit lorsqu'on le soumet à une très-forte chaleur; car, ayant chauffé à 150° , dans un creuset braqué,

13g,501 d'argent en poudre,
9 ,295 d'oxide de nickel pur,

22 ,796

on a eu un calet bien fendu, pesant 80g,85, mais qui n'était pas homogène : en le frappant avec le marteau, il s'est divisé en fragments dont les uns avaient l'aspect de l'argent pur, et dont les autres étaient gris et presque sans éclat. Les premiers étaient peu magnétiques et bien ductiles; ils ne contenaient que quelques centièmes de nickel. Les seconds étaient fortement magnétiques : ils s'aplatissaient sous le choc du marteau; mais, en les soumettant à l'action du laminoir, ils ne tardaient pas à se rompre; c'était du nickel contenant quelques centièmes d'argent.

45. *Arsenic et Nickel.*

Le nickel, suivant M. Berzelius, se combine facilement avec l'arsenic, et résiste au métal avec force, même à la chaleur la plus violente. Une petite quantité d'arsenic, ajoutée au nickel, ne prive pas celui-ci de sa malléabilité ni de sa vertu magnétique, mais le rend plus faible; de là vient que, dans les essais au chalumeau, on obtient souvent un globe de nickel malléable et magnétique, quoique le métal pur soit infusible au chalumeau.

D'après M. Thomson, cet alliage a une nuance de rouge; il est très-dur, et sa pesanteur spécifique est de beaucoup inférieure à celle moyenne des deux métaux.

Le règne minéral nous offre deux combinaisons de nickel et d'arsenic : celle qui contient la moins d'arsenic a reçu le nom de *nickel arsenical*; elle a une couleur cuivrée, jaunâtre, et beaucoup d'éclat. On l'a rencontrée sous forme cristalline, à *Richelsdorf*, dans la Hesse.

La combinaison qui contient plus d'arsenic est d'une couleur blanche; et, quand on la chauffe en vase clos, elle aban-

dance de l'arsenic métallique, et se transforme en nickel arsenical. Les minéralogistes allemands l'appellent *arsenit nickel*.

On trouve en outre à Lœs, dans l'Holslingland (Suède), le nickel combiné avec le soufre et l'arsenic. Ce minéral est appelé *nickel plants*, mine blanche de nickel.

Quand on réduit, par du charbon en poudre, l'arséniate d'oxide de nickel préparé par précipitation, on obtient, suivant M. Berthier, un calet métallique blanc, dont la cassure est à grains fins, et qui n'est point magnétique; le nickel y est combiné avec moitié moins d'arsenic, que dans le nickel arsenical.

Selon M. Berthier, l'arséniture obtenue par la réduction de l'arséniate au creuset braqué, est d'un gris-blanc, sans nuance de rouge, cassant, à cassure grenue presque unie, mais quelquefois cristalline, non magnétique, très-fusible.

Il est composé de

Nickel.	0,611	100	NTAS.
Arsenic.	0,389	63,6	

Il y a, dans la nature, deux arsénitures qui renferment l'un deux fois, l'autre quatre fois autant d'arsenic.

L'arséniture de *Schneeberg*, en Saxe, a la composition suivante, selon M. Hufmann :

Nickel. . .	0,281	} Cet arseniture est d'un blanc d'acier, à cassure inégale. L'arsénure pure contiendrait 4,718 d'arsenic. Il est mélangé d'une petite quantité de sulfure de cuivre et de sulfure de bismuth.
Arsenic. . .	0,718	
Soufre. . .	0,002	
Gangue. . .	0,002	
	1,018	

Selon M. Wöhler, la masse dite *kobalt speiss*, sans forme cristalline, présente un arsénure de nickel.

En retranchant la petite quantité (il n'y en a en total que 1,00 pour cent) des autres métaux (fer, cuivre et manganèse), qui n'est pas essentielle dans la composition de cet arsénure, on le trouve composé de 52,7 parties de nickel et 44,1 parties d'arsenic; ou 100 parties de nickel y sont combinées avec 83,6 parties d'arsenic, c'est-à-dire avec un tiers moins que dans l'arsénure natif, ou le *kupfer-nickel*, dans lequel 100 parties de nickel sont combinées avec 127,1 parties d'arsenic, ce qui représente un atome de chaque métal ou Ni + AS.

Or, la composition de cette combinaison artificielle est

applies par trois NI + 2AS, et corrigée par cette formule ;
 et, pour 100 parties,

Nickel.	54,15	3 at.
Arsenic.	45,85	2 id.

Cette combinaison, ainsi que le *koahl* spine, c'est-à-dire le même arseniure non cristallisé, qui, dans la fabrication du suif, se trouve au fond des creusets dans lesquels est fondue le mélange de poixse, de sable et de mine de cobalt grillée, provient sans doute, par l'action prolongée du feu, de la décomposition du *knapper-nickel* qui se trouve toujours intimement mêlé à la mine de cobalt.

46. Acier et Or.

Ces deux métaux sont susceptibles de s'unir l'un à l'autre.

MM. Stodart et Forsberg assurent avoir allié l'or, en proportions très-variables, avec l'acier, par une simple fusion ; mais aucun de ces composés ne parait présenter quelque avantage : l'or a été trouvé très-inférieur à plusieurs autres métaux pour le perfectionnement de l'acier. Le pesantier spécifique d'un alliage d'acier et de 1 pour 100 d'or battu, a été trouvé par ces Messieurs, de 7,870.

M. Bréant pense que l'addition d'un métal rend l'acier plus cassant ; mais il a cependant obtenu un alliage d'outil d'acier et d'or, en portant ce dernier métal jusqu'à la proportion de 4 pour cent.

D'après Mauguier et Lombardi, un composé de 100 parties d'or et 97 parties d'acier, a été trouvé blanc, moins dur à la lime que l'or à 9 deniers, mais cassant sous le marteau.

M. Cadet prétend que l'or soude très-bien les pièces d'acier.

47. Acier et Osmium.

Ces deux métaux s'allient l'un à l'autre par la fusion.

L'osmium est, d'après MM. Stodart et Forsberg, l'un des métaux qui donnent les meilleurs alliages avec l'acier. Des essais en grand ont été faits par ces Messieurs dans un fourneau d'acier à Sheffield, avec la proportion de $\frac{1}{1000}$ environ d'osmium, qu'ils ont reconnue pour être la meilleure, lorsqu'on a pour objet l'amélioration des outils tranchants.

45. *Antimoine et Or.*

Ces deux métaux se combinent facilement et directement par fusion; il y a contraction dans l'alliage.

Les antimoineures d'or sont d'un jaune plus ou moins pâle; la couleur jaune de l'or est même détruite dans certains cas. Ces alliages sont toujours cassants, à cassure grenue et mate comme celle de la porcelaine. La moindre petite proportion d'antimoine suffit pour détruire la ductilité de l'or.

D'après M. Hatchett, qui s'est particulièrement occupé de ces alliages, ils sont encore très-cassants, lors même qu'ils ne contiennent que les 0,0005 d'antimoine. Il y a plus, les fumées de l'antimoine, dans le voisinage de l'or en fusion, suffisent même pour altérer la ductilité de ce métal.

L'or mis au titre avec l'antimoine était, d'après les expériences de M. Hatchett, d'un pâle chatoyé, excessivement cassant, d'une cassure conlée à grain fin serré, semblable à celle de la porcelaine. Sa pesanteur spécifique était de 18,949.

Le volume des deux métaux avant la fusion étant 1000, n'était plus après que 987; d'où il suit qu'ils avaient éprouvé, pendant leur union, une contraction considérable.

M. Berzelius dit que l'alliage de ces deux métaux se décompose en totalité, quand on le tient long-temps fondre dans un vase ouvert, et laisse l'or pur.

Le nitre décompose également cet alliage.

Cet alliage attire singulièrement l'attention des alchimistes qui affirmaient que l'or augmentait en poids, lorsqu'après avoir été allié à l'antimoine, on séparait ce métal. Il est aisé de voir d'où provenait leur erreur. Ils ne parvenaient point à séparer la totalité de l'antimoine de l'or, qui leur paraissait ainsi avoir augmenté de poids.

On utilise la grande affinité de l'or pour l'antimoine dans la purification de l'or en grand. Voici comment: On vernit un creuset avec du beurre; à cet effet, on répand ce dernier à l'état de poudre sur la paroi interne et humectée du creuset, puis on le fait fondre. Après avoir fondre dans ce creuset deux parties de sulfure d'antimoine, on y introduit une partie d'or, dont le titre ne doit pas être au-dessous de 16 carats. Le soufre se combine alors avec les métaux étrangers, tandis que l'antimoine s'unit à l'or. On verse l'alliage d'or et d'antimoine et on remet les scories qui contiennent encore de l'ar dans le creuset avec une nouvelle portion de sulfure d'anti-

moins. On obtient alors un or plus chargé d'antimoine et des scories qu'on peut fondre encore une fois avec deux parties de sulfure d'antimoine. On réunit tous les régules d'or et d'antimoine, on les fait refondre avec deux parties de sulfure, et on décompose le régule qui en résulte, par la fusion, dans des vases ouverts.

43. Argent et Or.

Ces deux métaux se combinent très-bien, selon les uns, en toute sorte de proportions ; selon d'autres, seulement dans un certain nombre de proportions définies. D'après Macquer et Leonhardi, ces deux métaux ne peuvent s'unir intimement que dans une très-petite proportion. Voici les raisons qu'ils allèguent à l'appui de cette hypothèse :

1^{re} La densité d'un alliage semblable est à peu près la moyenne de la densité des quantités d'or et d'argent dont il se compose.

2^{de} L'or et l'argent qu'on fait fondre ensemble se répandent point uniformément dans toute la masse. Ce partage inégal est prouvé par l'expérience suivante de Billoet. Ce chimiste ayant fondu une masse d'or et d'argent du poids de vingt livres (94,790), dans laquelle il y avait 1 partie d'or pour 55 parties d'argent, en coula trois lingots, et leur examen fit voir qu'ils contenaient, tous trois, différentes proportions d'or.

3^e Par une fusion lente, l'or et l'argent se séparent déjà par le seul effet de leur différente densité. En effet, Homberg entreteint en fusion pendant un quart-d'heure parties égales d'or et d'argent, et il trouve, après avoir brisé le creuset, deux masses, dont l'une, la supérieure, consistoit en argent pur, tandis que celle inférieure contenoit tout l'or, allié à $\frac{1}{10}$ d'argent. Homberg renouvela ses essais et obtint le même résultat ; deux fois cependant il trouva même les deux métaux complètement séparés l'un de l'autre.

M. Tassien prétend néanmoins qu'on peut faire fondre l'argent avec l'or, dans presque toutes proportions, et qu'en prenant les précautions convenables, les deux métaux restent combinés ensemble.

M. Berthier dit aussi que ces deux métaux peuvent s'unir en toutes proportions par fusion rapide.

Le règne minéral nous offre plusieurs alliages d'or et d'argent. D'après les intéressantes recherches de M. Boussingault, qui a fait l'analyse de 13 variétés d'or natif, ces alliages

sont toujours le résultat de combinaisons en proportions définies, dans un tel rapport, qu'un atome d'argent est combiné avec 2, 3, 5, 6, 8 et 12 atomes d'or, mais jamais avec un nombre fractionnaire d'atomes.

Le plus ordinaire de ces alliages est composé de 55,22 parties d'argent et de 44,78 parties d'or. Il forme des cristaux cubiques d'un jaune clair, et sa pesanteur spécifique est de 19,666. En calculant sa densité d'après celle de ses éléments séparés, elle devrait être de 19,851; cette combinaison a donc augmenté de volume.

Un autre alliage netif, qui cristallise également en cubes, renferme 73,4 parties d'or et 26,6 d'argent; ce dernier métal y est donc combiné avec une fois et demie autant d'or que dans le précédent.

Un troisième alliage contient 86,71 parties d'or et 13,29 d'argent; c'est-à-dire une quantité d'or qui est, relativement à l'argent, double de celle qui entre dans le premier alliage.

Dans un quatrième alliage, on trouve 38,04 d'or et 61,96 d'argent, ou quatre fois plus d'or que dans le premier. Sa pesanteur spécifique est de 14,7 et devrait être de 18,225, d'après le calcul.

Il paraît encore exister quelques alliages dans d'autres proportions; mais ils sont plus rares et il est possible qu'ils soient de simples mélanges de deux d'entre les précédents.

Voici, d'après M. Berthier, quelques alliages de ce genre :

Or.	Atomes.	Argent.	Atomes.	Formule.
0,5100 . .	1 . .	0,6900 . .	3 . .	AuAg^3
0,1871 . .	4 . .	0,8129 . .	1 . .	Au^4Ag
0,8214 . .	3 . .	0,1586 . .	1 . .	Au^3Ag
0,8756 . .	7 . .	0,1544 . .	1 . .	Au^7Ag
0,8914 . .	9 . .	0,1086 . .	1 . .	Au^9Ag
0,9062 . .	10 . .	0,0938 . .	1 . .	Au^{10}Ag
0,9099 . .	11 . .	0,0901 . .	1 . .	Au^{11}Ag
0,9176 . .	12 . .	0,0820 . .	1 . .	Au^{12}Ag

M. Berthier, qui a été amené à admettre l'isomorphie de l'or et de l'argent, pense qu'en raison de l'identité de forme, les deux métaux peuvent s'allier en toute proportion. M. Berthier admet que cela peut être; mais de ce que deux corps isomorphes peuvent se combiner en proportions indéfinies, il ne s'ensuit pas, selon ce savant chimiste, qu'ils ne puissent également donner des combinaisons bien définies, et offrir dans leur union des rapports très-simples.

Les échantillons d'or natif examinés par M. Boumangaült, provenaient de différentes mines de la Nouvelle-Grenade. Cet examen lui a fait reconnaître sans l'existence de l'or pur. Le procédé qu'il a suivi dans ses recherches, a été celui de la supposition qu'il considère comme le plus exact, en même temps qu'il est le plus expéditif. L'or que la nature nous offre est presque toujours combiné avec une petite quantité d'argent, et il en est presque toujours de même de l'argent natif par rapport à l'or.

Ainsi les lingots d'or et les lingots d'argent du commerce contiennent-ils toujours, les premiers un peu d'argent, et les seconds un peu d'or. Mais ce n'est que lorsque les lingots d'argent contiennent au moins 2/1000 d'or, qu'on peut les traiter celui-ci avec avantage.

L'opération par laquelle on sépare l'argent de l'or, est connue sous le nom de départ. Pour que le départ puisse bien se faire, il faut, suivant M. Deprez, que l'alliage contienne 3 parties d'argent sur 1 d'or. On ajoute donc à l'or brut avec d'argent pour que l'alliage ait cette composition; on le coule en grenilles, qu'on traite à chaud par l'acide sulfurique concentré, dans des vases de platine. L'argent est attaqué et dissous avec formation de sulfate d'argent et dégagement d'acide sulfureux. Cet acide se condense en partie dans des tubes renfermant de la chaux hydratée; le reste se dégage par de très-hautes cheminées.

Dans quelques établissements, on emploie d'abord l'acide nitrique, et ensuite l'acide sulfurique; mais le premier procédé est plus économique. L'un et l'autre procédé laissent toujours l'or intact.

Selon M. Prinsp, l'alliage qui contient 0,40 d'or fond à 1018° cent., et celui qui en contient 0,33, à 1121°.

Le sulfate et le nitrate d'argent qui résultent de ces opérations, sont ensuite décomposés par des lames de cuivre.

L'alliage d'or et d'argent est plus dur, plus élastique, plus solide et plus fusible que l'or et que l'argent; il est aussi très-ductile, mais cette propriété varie suivant les proportions des deux métaux.

La dureté de cet alliage est à son maximum, lorsqu'il contient 3 parties d'or et 1 partie d'argent; la densité de ces métaux est un peu diminuée, et la couleur de l'or est altérée plus ou moins, suivant que la proportion de l'argent est plus ou moins considérable. Il faut peu d'argent pour pallier l'or; 5

pour $\frac{2}{3}$ d'argent suffisant déjà pour blanchir l'or sensiblement. La couleur est non-seulement pâle, mais elle a aussi, selon M. Thomson, une teinte verdâtre très-prononcée, comme si la lumière réfléchie par l'argent traversait une couche très-mince d'or.

La malice de l'or empêche de l'employer à l'état de pureté, dans la fabrication des monnaies, des bijoux et de la vaisselle. Pour lui donner plus de solidité, on y ajoute de l'argent ou du cuivre. L'alliage d'or et d'argent est donc très-employé par les orfèvres, et en variant leurs proportions, ils font ce qu'ils appellent l'or jaune, l'or pâle et l'or vert.

D'après Marguer et Leonard, 1 partie d'argent allié à $\frac{1}{4}$ d'or, ne change point de couleur.

L'or vert est formé, selon M. Gmelin, de 1 partie d'argent et 2 parties d'or. D'après MM. Thénard, Desprez et autres, cet alliage contient 0,708 d'or et 0,292 d'argent. M. Dumas dit aussi que l'or vert contient 29 à 30 p. $\frac{1}{100}$ d'argent. M. Oré prétend que $\frac{1}{3}$ d'argent rend déjà la couleur verdâtre. Avec $\frac{2}{3}$ d'argent on obtient un alliage sensiblement blanc.

4 parties d'or et 1 partie d'argent constituent l'électrum des anciens, composé qu'on croyait plus brillant à la lumière du feu que l'argent. Un alliage semblable se rencontre dans le règne minéral à Schlangenbergl en Sibirie, et a reçu le même nom. Klaproth y a trouvé

Or.	0,64 ou 2 st.
Argent.	0,36 ou 1 id.

Le docteur Forst a analysé une autre variété d'or natif du Schlangenbergl, dans lequel il a trouvé

Or.	0,38 ou à peu près 1 st.
Argent.	0,72 ou à peu près 4 id.

Dans aucun cas, soit à la température ordinaire, soit à une température élevée, l'alliage d'or et d'argent ne s'oxide, dans son contact avec le gaz oxigène ou l'air atmosphérique.

Le vermeil n'est que de l'argent doré avec un amalgame d'or. Cette dorure se fait comme celle du cuivre.

M. Faraday a fait connaître que le mercure émet une vapeur capable de s'amalgamer avec l'or à de très-basses températures. M. Prinep a eu occasion de remarquer une circonstance qui tend à montrer que l'argent produit un effet semblable, même à l'état solide, quand il n'est cependant

chauffé qu'à un degré inférieur à celui de la moindre chaleur rouge, visible dans l'obscurité.

On emploie cet alliage comme soudure ferme pour l'or. On appelle *soudures fermes*, selon M. Œrs, des soudures ductiles, pouvant supporter l'action du marteau. Elles sont pour l'ordinaire formées du même métal que celui qu'on a à souder, avec addition de quelques autres, au moyen desquels on obtient un plus grand degré de facilité, quoiqu'il ne soit pas toujours nécessaire que l'addition soit par elle-même d'une plus facile fusion.

L'acide nitrique et l'acide sulfurique pure attaquent les alliages d'or et d'argent, et on séparent tout l'argent quand celui-ci dépasse une certaine proportion.

50. *Arsenic et Or.*

L'or se combine aisément avec l'arsenic; il existe même entre ces deux métaux une très-grande affinité, car les vapeurs mêmes de l'arsenic, quand elles rencontrent de l'or chauffé au rouge, se combinent avec lui, suivant M. Berzelius, de manière à donner naissance à une masse métallique grise et très-cassante, qui renferme environ $\frac{1}{100}$ d'arsenic.

L'arsenic rend l'or cassant et le blanchit plus ou moins, suivant les proportions des deux métaux. L'arsenure d'or, préparé en exposant de l'or à la vapeur de l'arsenic, est, selon M. Berzelius, blanc et très-cassant.

D'après M. Thénard, l'or n'exige que 0,01 à 0,02 d'arsenic pour perdre sensiblement sa ductilité. M. Berzelius prétend même que $\frac{1}{100}$ d'arsenic suffit pour priver l'or de sa malléabilité, sans que sa couleur en soit altérée.

Malgré la grande affinité qui existe entre ces deux métaux, leur alliage n'est point facile à opérer par fusion, à cause de la volatilité de l'arsenic. Bergmann, qui pensait d'abord que l'or pouvait à peine absorber $\frac{1}{100}$ d'arsenic, réussit cependant à faire prendre à l'or $\frac{1}{20}$ de son poids d'arsenic.

M. Hatchett ajouta 29 grammes d'arsenic à 544 grammes d'or fondu, et en remuant le tout rapidement avec une baguette de fer, il coula le mélange dans un moule de ce même métal.

Il ne fut retenu que 338 milligr. 5 de l'arsenic, de manière que l'alliage ne contenait que $\frac{1}{1625}$ de ce dernier métal. Cet alliage était de couleur d'or fin; et quoiqu'il cassait, il pouvait cependant être un peu courbé avant de se rompre.

L'arsenic, une fois qu'il est uni à l'or, n'en peut pas être facilement séparé par le chaleur.

51. *Acier et Palladium.*

Le palladium peut s'unir à l'acier. Cet alliage paraît être de bonne qualité et susceptible de prendre un beau damasché. MM. Stodart et Faraday considèrent même le palladium comme l'un des métaux qui, alliés à l'acier, en améliorent le plus la qualité pour certains usages.

Ils ont fait fondre en une seule fois 4 livres (1^k,958) d'acier avec $\frac{1}{2}$ once de palladium, et le composé a été trouvé réellement bon, surtout pour les instruments qui demandent une douceur parfaite dans le tranchant.

52. *Acier et Platine.*

L'acier s'allie avec le platine, dans toutes sortes de proportions, lorsque la chaleur est poussée assez loin. Cet effet est tellement remarquable que le platine entre en fusion, lorsqu'il est en contact avec l'acier, à un degré de chaleur auquel l'acier lui-même n'est point affecté. Quelles que soient les proportions employées, l'alliage devient homogène, si la fusion a été complète.

Selon M. Berthier, l'acier allié au platine est tellement attaquable, qu'il peut être dissous dans l'acide azotique.

MM. Stodart et Faraday se sont occupés spécialement de cet alliage et on leur doit de nombreux essais à cet égard.

Avec parties égales en poids, on forme un alliage qui prend un superbe poli et ne se ternit point; le couleur est la plus belle qu'on puisse imaginer pour un miroir. La pesanteur spécifique de ce beau composé est de 9,882, non forgé.

Avec 90 de platine et 20 d'acier, on est aussi un alliage parfaitement homogène, qui n'a point de disposition à se ternir, et dont la pesanteur spécifique est de 12,58, non forgé.

Ces alliages sont l'un et l'autre malléables; on n'en a encore fait d'application à aucun objet particulier.

On forme aussi un excellent alliage avec 90 de platine et 80 d'acier. Après être resté exposé pendant plusieurs mois, il n'avait point une tache à sa surface, tandis qu'un alliage de 10 de nickel et de 80 de platine était, dans les mêmes circonstances, couvert de rouille. Cet alliage, acier et platine, prend un assez beau poli et peut se damasquer.

Les proportions de platine les plus convenables pour l'acier qui doit servir à la fabrication d'objets tranchants, paraissent comprises entre 1 et 3 p. ^{100} . On approche probablement très-près de la meilleure proportion, avec 1,5 p. ^{100} . Tous ces alliages ne sont guère sujets à se rouiller, ce qui les distingue de la manière la plus avantageuse.

Celui qu'on obtient avec 1 partie de platine et 99 parties d'acier, paraît être moins dur que l'acier employé; mais il possède une plus grande ténacité.

Un alliage d'acier et 10 pour cent de platine, est propre, d'après M. Dumas, à la confection des miroirs; sa densité est de 3,100.

M. Bréant, qui a fait aussi quelques recherches sur les alliages de l'acier et du platine, a fait fabriquer des lames de sabre présentant au beau damas, et d'excellents rasoirs avec un alliage composé de un demi de platine pour cent d'acier, et d'une plus forte proportion de carbone que dans les aciers ordinaires. C'est à cet excès de carbone que M. Bréant attribue particulièrement le damas.

Cependant, l'opinion de M. Bréant est que l'addition d'un métal rend l'acier plus cassant; mais il a néanmoins obtenu un alliage ductile, en portant le platine jusqu'à 4 pour cent.

Selon MM. Stodart et Faraday, lorsque l'on traite par l'acide nitrique un alliage d'acier avec un métal qui n'est point soluble dans cet acide, on obtient un résidu noir, inattaquable par l'acide, et qui, après avoir été lavé et séché avec soin, déflagre lorsqu'on le chauffe; il en est qui détonnent même fortement quand ils ont été préparés avec soin. L'alliage d'acier et de platine est dans ce cas. Une petite quantité de la poudre fulminante obtenue avec cet alliage, enveloppée dans une feuille et chauffée, a détonné avec beaucoup de force et avec une lumière faible. Projétée sur la surface du mercure chauffé, elle a fait promptement explosion à 200°, mais avec difficulté à 183°. Si on élève lentement sa température, elle se décompose tranquillement sans détonner.

55. Antimoine et Palladium.

Ces deux métaux peuvent s'allier.

M. Fischer a remarqué qu'il se produit une très-belle phosphorescence au moment où le palladium se combine avec l'antimoine.

54. *Antimoine et Platine.*

L'antimoine se combine aisément avec le platine et forme avec ce métal un alliage gris foncé, dur, sigré, et dont la cassure est à grains fins. Il est en partie décomposable par la chaleur, et complètement par la calcination, du moins dans l'opinion de M. Dumas. Cependant, M. Berthier dit qu'il est presque impossible de séparer les dernières traces de l'antimoine, qui suffisent pour sigré le platine. M. Berthier admet seulement que la calcination peut chasser la majeure partie de l'antimoine.

M. Thomson prétend que parties égales de ces deux métaux forment un alliage cassant, d'une couleur plus foncée que celle de l'antimoine, et dont on ne peut plus ensuite séparer complètement ce dernier métal par la chaleur; mais que lorsque la proportion de l'antimoine excède, le platine tend à s'en séparer et à se déposer par un refroidissement lent.

M. Berthier dit qu'en employant des proportions convenables de ces deux métaux, le mélange s'échauffe jusqu'en rouge blanc complet.

Selon M. Berthier, lorsqu'on chauffe à 120° un mélange de

Platine.	1215.	1.	400.	0,274
Antimoine.	3220.	2.	265.	0,725

Il se volatilise de l'antimoine, et l'on obtient un alliage compacte, très-cassant, à cassure lamellaire, très-éclatant, cristallin à la surface, d'un gris de platine moins blanc que l'antimoine, et qui contient

Platine.		0,51	100
Antimoine.		0,49	222,5

M. Fox a proposé de donner de la cohérence au platine en le faisant fondre avec de l'antimoine, puis chauffant ce dernier en tenant l'alliage long-temps fondu dans un vase couvert. Le petit culot de platine qui reste est ensuite forgé.

Le fait suivant prouve la vive action que l'antimoine exerce, à l'état de fusion, sur le platine.

M. Morroy, en opérant sur l'antimoine, place un petit morceau de ce métal sur une cuiller de platine et le présente à la flamme d'une lampe à esprit de vin. A peine l'antimoine est-il entré en fusion, que la cuiller de platine fond aussitôt. Elle éprouve une vive combustion, coule sur la

lame de verre, le casse et se réduit en une masse friable.

On peut répéter cette expérience, selon M. Mackensie, en enlevant dans une feuille de platine un morceau d'antimoine que l'on expose à la flamme de l'alcool en le tenant sur des pincettes : il éprouve bientôt une brillante fusion et devient coulant.

25. Antimoine et Plomb.

Ces deux métaux se combinent en toutes proportions.

L'alliage est plus dur que le plomb et moins ductile. Fondu au contact de l'air, l'alliage s'oxide ; l'antimoine s'oxide avant le plomb ou plutôt les deux se combinent relativement bien plus d'antimoine qu'il n'y en a dans l'alliage. A la température ordinaire, cet alliage s'oxide un peu et perd de son éclat. Les acides peu oxydants agissent faiblement sur lui, mais il est attaqué par l'acide nitrique, et il se forme de l'antimoniate de plomb.

On emploie avec cet alliage les caractères d'imprimerie ; c'est même son usage le plus important ; il mériterait l'attention des chimistes, car ce n'est pas chose facile que d'obtenir cet alliage doué de toutes les qualités que l'imprimeur y recherche. Trop mou, il se déforme, trop dur, il mâche le papier. Il faut en outre que cet alliage soit très-fusible, qu'il puisse se mouler avec précision, et qu'enfin on n'ait aucune difficulté pour réparer avec promptitude les déchirures des lettres sortant du moule.

Or, les chimistes ne paraissent point d'accord sur les proportions des deux métaux à employer pour cet usage. Ces proportions seraient entre autres :

	Antimoine.	Plomb.
D'après MM. Thénard et Despretz.	1 partie.	4 parties.
— Mackensie.	1	5
— Cadet.	1	8
— Ure et Thomson. . . .	1	16

Selon M. Berthier, l'alliage dont on se sert pour fabriquer les caractères d'imprimerie contient :

Plomb.	0,762	3 et.
Antimoine.	0,238	1 id.

Cet alliage est ductile et beaucoup plus dur que le plomb.

Parties égales des deux métaux formant un alliage cassant et percute.

Avec 1 partie d'antimoine et 3 parties de plomb, on obtient, selon M. Thomson, un alliage compacte, mais malléable et d'une bien plus grande dureté que le plomb.

L'alliage composé de 1 partie d'antimoine et 4 de plomb, est, d'après M. Thénard, solide, malléable, beaucoup plus dur que le plomb; fusible au-dessous de la chaleur rouge-cerise; sans action sur le gaz oxygène sec ou humide à la température ordinaire; il absorbe ce gaz à l'aide de la chaleur, sans dégagement de lumière, et donne lieu à un composé jaune d'oxide de plomb et d'antimoine. Cet alliage n'existe point dans la nature.

1 partie d'antimoine et 8 de plomb donnent, suivant M. Cadet, un alliage très-ténace, spécifiquement plus pesant que le rapport des deux métaux uela. Quand on augmente la proportion de l'antimoine, l'alliage devient cassant, terné et d'un grain semblable à celui du fer. D'après M. Thomson, l'alliage de 1 partie d'antimoine et de 12 parties de plomb est très-malléable et beaucoup plus dur que le plomb. L'alliage ne diffère du plomb que par sa dureté, lorsqu'il est formé de 1 partie d'antimoine et de 16 parties de plomb. Cependant, sa ténacité est très-considérable et sa pesanteur spécifique plus grande que celle moyenne des deux métaux.

2 parties d'antimoine et 4 parties de plomb, fondus ensemble dans un creuset et coulés en barres, forment, suivant M. Macbride, un alliage doué d'une grande dureté, d'un beau lustre et qui est employé pour faire les clefs des sûres, des charnières, etc.

D'après M. Berthier, lorsqu'on tient les alliages de plomb et d'antimoine à l'état de fusion au contact de l'air, il y a oxidation rapide, et l'antimoine ayant plus d'affinité pour l'oxygène que le plomb, se scorifie plutôt que celui-ci; en sorte qu'il vient une époque où le bain métallique n'est plus que du plomb pur, mais la scorie contient toujours beaucoup d'oxide de plomb.

M. Fourcet conclut, d'expériences qu'il a faites, qu'à la chaleur d'environ 50° pyrométriques, en une heure, le plomb pur perd 0,04 de son poids, et que s'il contient de l'antimoine, ce métal reste entièrement uni au plomb d'avec lui.

Les antimonures de plomb sont décomposés par la fer

métallique, mais non pas de telle manière qu'on puisse en séparer le plomb à l'état de pureté. Lorsqu'on chauffe, même très-fortement, l'antimoniate composé de 2 atomes de plomb et de 1 atome d'antimoine, avec 2 atomes de fer, on a un métal dont la partie inférieure est demi-ductile et lamellaire, et dont la partie supérieure est très-cassante, à cassure grenue, d'un gris cendré, et magnétique. Il semble que l'antimoine se partage entre le plomb et le fer et que les deux solutions ne se séparent qu'imparfaitement.

Les antimoniates de plomb chauffés avec des flux alcalins réduits perdent, suivant M. Berthier, une plus forte proportion de potassium ou de sodium que le plomb pur.

Outre le plomb marchand, on obtient dans la plupart des usines une certaine quantité de plombs de qualité médiocre ou tout-à-fait mauvais, parce qu'ils sont alliés de divers métaux étrangers; on les emploie pour faire du plomb de chasse, ou bien on les purifie par des opérations particulières; lorsqu'ils renferment beaucoup d'antimoine on peut s'en servir avec avantage pour préparer l'alliage des caractères d'imprimerie.

M. Berthier a fait l'analyse des plombs de ces qualités provenant de diverses usines. Voici la composition de quelques-uns de ces plombs.

Plomb aigre	Plomb. . .	0,806	
de	Antimoine. .	0,034	
Villefort.	Cuivre. . .	trace.	
		0,860	
Plombs noirs	Plomb. . .	0,990	0,950
de	Antimoine .	0,010	0,070
Pecoy.	Cuivre. . .	trace.	trace.
		1,000	1,000

56. Antimoine et Potassium.

La combinaison de ces deux métaux s'opère facilement et avec une grande énergie, lorsqu'ils sont chauffés ensemble. Elle a lieu avec dégagement de lumière, à peu près à la température où l'antimoine entre en fusion. Il est même presque impossible, selon M. Dumas, de chauffer l'antimoine

au rouge, en présence d'un alkali et du charbon, sans qu'il en résulte un alliage d'antimoine et de potassium. Cet alliage est gris-noirâtre, oigre, quelque moins cassant que l'antimoine, ne fond qu'à la chaleur rouge, ne se volatilise point au rouge-blanc, et se décompose à l'air et dans l'eau, en laissant un résidu d'antimoine. Cet alliage brûle à l'air humide en lançant parfois des étincelles; il s'enflamme par son contact avec les corps en combustion; il est décomposé par le mercure qui s'unit au potassium. Il convient, pour la préparation de cet alliage, que l'antimoine soit réduit en parties défilées.

Cet alliage peut être chargé d'une quantité plus ou moins grande de potassium. Quelquefois il en contient assez pour prendre feu au contact de l'air humide ou du papier humide. On augmente singulièrement cet effet par le moyen de charbon en excès, qui donne à l'alliage une texture poreuse très-favorable à l'exaltation de ses propriétés pyrophoriques.

C'est Vauquelin qui fut conduit le premier à opérer la combinaison de ces deux métaux; voici comment :

Ce célèbre chimiste, voulant faire en 1816 l'analyse d'un échantillon d'une mine d'antimoine, le soumit d'abord au grillage, y ajouta ensuite du tartre et fit fondre le mélange pour avoir le métal. En mettant ce dernier dans l'eau pour le débarrasser des scories alcalines qui pourraient y adhérer, il a observé qu'il se produisait, sur toute sa surface, un développement rapide de gaz, sous la forme de bulles extrêmement fines, que Vauquelin a reconnues pour être du gaz hydrogène très-pur. Il attribua le développement de ce gaz à la présence du potassium provenant du tartre avec lequel l'antimoine avait été fondu. Une expérience directe vint le confirmer dans cette opinion. Il a fait fondre dans un tube de verre, fermé par un bouchon, un gramme d'antimoine par et un décigramme de potassium, et a obtenu un alliage semblable à celui fait avec la mine d'antimoine grillée et fondue avec le tartre, et qui, étant placé dans l'eau, a produit du gaz hydrogène très-pur.

Vauquelin conclut de ces expériences, qu'il est vraisemblable que beaucoup d'autres métaux que l'on réduit, ainsi que l'antimoine, avec des fondants alcalins, contiennent aussi des quantités plus ou moins grandes de potassium, qui en modifie les propriétés et qui se dissipe lorsqu'on les allie avec le contact de l'air.

D'après les expériences de Vauquelin, il est facile de se procurer cet alliage d'antimoine et de potassium, en faisant un mélange intime de parties égales de tartre acide de potasse et de sulfure d'antimoine pur, ou mieux encore d'antimoine métallique, et le chauffant dans un creuset couvert pendant une demi-heure, jusqu'au rouge-blanc complet. Après le refroidissement de la masse on trouve au fond du creuset un régule qui, plongé dans l'eau, dégage du gaz hydrogène, cède de la potasse à la liqueur, et laisse de l'antimoine.

M. Strahlé a, depuis, repris les expériences de Vauquelin et y a ajouté un grand nombre de faits nouveaux. Il a reconnu qu'en chauffant de l'émétique au vase clos, à une chaleur modérée, il se change en une masse charbonneuse qui contient de l'antimoine métallique, du carbonate de potasse et du charbon, et qui n'a aucune propriété remarquable. Mais si l'on chauffe de l'émétique pendant trois heures dans un creuset bien fermé, à une température très-élevée, la plus grande partie de la potasse est réduite, et l'on obtient un alliage d'antimoine et de potassium mêlé de charbon très-dur. Cette matière est extrêmement pyrophorique. Si, avant de chauffer ainsi l'émétique, on diminue la proportion de carbone qu'il renferme, soit en lui faisant subir un léger grillage, soit en le mêlant avec environ un dixième de son poids de nitre, on obtient des alliages d'antimoine et de potassium en colot.

En réduisant la masse obtenue en poudre fine, et en posant celle-ci sur du papier, elle s'échauffe et devient bientôt rouge.

Mais on prépare plus facilement encore ces alliages et on les obtient plus riches en potassium en chauffant pendant trois heures dans un creuset bien fermé, à une température très-élevée, un mélange à parties égales de crème de tartre charbonnée et d'antimoine métallique exactement purifié.

L'antimonure de potassium ainsi préparé, est d'un gris noirâtre, poreux, moins dur et moins cassant que l'antimoine; il s'aplatit un peu sous le marteau. Il est aussi infiniment moins volatil. Lorsqu'on le brise, il s'en échappe des étincelles. Si on le laisse exposé à l'air, il s'échauffe, et il enflamme les corps combustibles sur lesquels il est placé. Il décompose l'eau et l'alcool avec une grande énergie; il se dégage de l'hydrogène pur, et il reste de l'antimoine parfaitement pur. A la température ordinaire, le mercure en sé-

pare le potassium sans dissoudre l'antimoine; les petits fragments placés sur le mercure prennent un mouvement giratoire rapide, lorsqu'il y a contact d'eau ou d'air humide. — L'antimonure préparé avec soin contient environ un cinquième de son poids de potassium. — L'alliage que produit l'émétique est plus pur que celui qui provient de la crème de tartre et de l'antimoine, parce que ce métal renfermé souvent de l'arsenic, tandis que l'antimoine n'en contient jamais. L'antimoine du commerce contient aussi presque toujours du sulfure d'antimoine dont il faut le débarrasser en traitant d'abord l'antimoine par l'acide muriatique.

Lorsqu'en préparant cet alliage on met un excès de charbon, on obtient une masse pulvérulente, qui prend feu spontanément avec plus de facilité encore que l'alliage pulvérisé.

M. Séverin indique la méthode suivante pour préparer ce mélange fulminant de charbon et d'alliage d'antimoine et de potassium :

Porphyriser ensemble soigneusement 100 grammes d'émétique ou tartre de potasse et d'antimoine, et 5 grammes de noir de fumée ou de charbon ordinaire en poudre. Des creusets de la capacité de 75 à 80 grammes, qu'on ne doit remplir qu'aux trois-quarts, étant mis sur leurs bords, on les frotte intérieurement avec de la poudre de charbon, afin d'en tapisser légèrement les parois, et s'appuyer par là à l'édification du cône charbonné qui reste après la calcination. Le mélange étant introduit dans le creuset, on le couvre d'une couche de charbon en poudre et on lute les joints du couvercle. Après trois heures d'un bon feu dans un fourneau à réverbère, on retire le creuset pour le laisser refroidir pendant 6 à 7 heures. Cet intervalle est nécessaire pour donner le temps à l'air qui pénètre toujours un peu dans les creusets, de brûler la couche extérieure de la masse fulminante; car, en la retirant trop récente, il y a toujours explosion. On s'empresse ensuite de l'enfermer, sans la briser, dans un vase à large ouverture : avec le temps, elle se divise d'elle-même en fragments plus ou moins gros, et se conserve avec toutes ses propriétés pendant des années.

Au lieu d'émétique, le mélange ci-après donne un charbon également fulminant :

100 grammes d'antimoine, 75 de crème de tartre charbonnée et 25 de noir de fumée; le tout porphyrisé. Avec ces charbons fulminants, il est facile, dit M. Séverin, d'allumer la poudre sous l'eau.

100 parties de tartre d'antimoine et de potasse, et 3 parties de noir de fumée donnent naissance à un pyrophore plus dangereux à manier que le précédent. Ce fait a été découvert par H. Geoffroy. Mais M. Berzelius a souvent constaté que le même produit est obtenu sans l'addition du noir de fumée.

D'après M. Dumas, 30 parties d'émétique et 1 partie de noir de fumée fournissent un produit doux au plus haut degré de la propriété salinisante.

Les recherches de M. Sérullas l'ont conduit à trouver un moyen très-simple et très-délicat pour reconnaître la présence de l'arsenic dans les différentes mines d'antimoine. Le voici : Il compose un alliage de ces antimoineux avec le potassium, en chauffant dans un creuset fermé de l'antimoine en son aide, avec de la crème de tartre; plaçant cet alliage sous une cloche remplie d'eau, il se dégage aussitôt une grande quantité de gaz hydrogène, lequel, brûlé dans une cloche allongée et étroite, dépose sur les parois de ce vase une pellicule brune, qui est de l'arsenic, quand l'antimoine en contient même en petite quantité.

En ajoutant aux mélanges propres à donner de l'antimoine de potassium une proportion convenable de divers métaux, ou de leurs oxides, on obtient des antimoineux doubles.

57. *Argent et Palladium.*

Ces deux métaux se combinent par la fusion. D'après MM. Thomson et Chevreul, l'alliage qui en résulte est, à poids égal des deux métaux, de couleur grise, plus dur et moins fusible que l'argent et moins dur que le fer forgé. Sa surface polie est semblable à celle du platine, mais plus blanche. Sa pesanteur spécifique est de 11,290.

Cet alliage est fort beau et fort ductile, selon M. Berzelius.

C'est sur une lame de cet alliage que la division du grand cercle de l'Observatoire de Paris a été tracée. Plus connu, il paraît sans doute devoir être fort utile pour la confection des instruments de marine. On s'en sert aussi pour faire des échelles de thermomètres, et le palladium est employé par les Anglais pour préparer avec 20 p. $\frac{2}{10}$ d'argent, un alliage qui est employé par les dentistes.

58. *Argent et Platine.*

Le platine s'unit à l'argent en toutes proportions, suivant

M. Dumas, et forme avec lui un alliage plus dur, plus solide que l'argent, et d'autant moins fusible, ductile et blanc, que ce métal, suivant que le platine s'y trouve en plus forte proportion. 0,07 de platine suffisent pour aluir l'argent et pour diminuer sa blancheur.

L'union de ces deux métaux s'opère facilement, d'après MM. Berzelius et Scheffer, difficilement, selon d'autres chimistes. M. Thomsen dit qu'en tenant cet alliage en fusion pendant quelque temps, les deux métaux se séparent; le platine gagne le fond du vaisseau à raison de son poids. Cette circonstance porterait à supposer que les deux métaux contractent d'affinité entre eux; et en effet, le docteur Leuzr remarque que lorsqu'on met ensemble les deux métaux en fusion, il se produit une sorte de jaillissement, comme s'ils répugnaient à s'unir l'un à l'autre. M. Berzelius que ces deux métaux ne se combinent pas bien, et il cite à l'appui de cette opinion le fait suivant :

L'argent fondu avec un dixième de platine cru, dont on a séparé les particules ferrugineuses à l'aide d'un fort aimant, ne pouvait être débarrassé de ses parties impures, bien qu'il eût été fondu à diverses reprises, et laminé entre des cylindres. On le fondait alors de nouveau, et on le laissait refroidir dans le creuset, mais ces tentatives furent sans plus de succès. Après qu'il eût été mis en forme de cuiller, à l'aide du laminair et du marteau, pour le faire servir aux expériences avec le chalumeau, il fut exposé à une faible chaleur rouge, et il devint rude et boursoufflé sur toute sa surface.

Les quantités étaient de 6 grammes d'argent et de 6 décigrammes de platine; on y ajoutait du nitre pendant la fusion.

Selon M. Berthier, l'alliage composé de

Argent. . . .	673 1 st.	. . .	0,587
Platine. . . .	1835 2 gr.	. . .	0,645

se fond à 150° en un culot qui s'aplatit sous le marteau, mais qui se brise quand on veut le passer au laminair.

Sa couleur est intermédiaire entre celle du platine et celle de l'argent.

Pour peu que l'argent contienne de platine, il a, selon, d'après M. Berzelius, une tendance à cristalliser.

La coupellation des alliages d'argent et de platine se fait comme celle des alliages d'or, seulement elle exige une tempé-

raire platinée, le platine étant moins fusible que l'or. Mais pour que la coupellation d'un alliage de platine et d'argent se fassent bien, il faut que ce dernier métal en fonde au moins les $\frac{1}{2}$. Quand la proportion de platine excède 5 p. $\frac{1}{10}$, l'argent soumis à la coupellation éprouve peu de mouvement, et n'éprouve pas le phénomène de la fulguration.

Cet alliage présente un fait remarquable, c'est qu'il se dissout entièrement dans l'acide nitrique, quand il renferme environ 6 à 8 p. $\frac{1}{10}$ d'argent. Et, quelle que soit la quantité de platine dans l'argent, l'acide nitrique prend, par le contact de l'alliage, une couleur brune.

On utilise la solubilité de cet alliage dans l'acide nitrique, pour la purification de l'or contenant du platine; on fait fondre cet or avec de l'argent, et on traite par l'acide nitrique, dans lequel le platine se dissout avec l'argent.

L'acide sulfurique concentré, jouissant de la propriété de dissoudre l'argent à chaud, est employé pour l'analyse en grand des alliages d'argent et de platine.

82. Argent et Plomb.

Le plomb se combine facilement avec l'argent, en toutes proportions, en les chauffant ensemble dans un creuset.

La plupart des chimistes sont d'accord pour dire qu'une addition de plomb diminue la ductilité, le tenacité, l'éclat et la solidité de l'argent. Selon M. Ure, le plomb est rendu plus ductile par une petite quantité d'argent. Quel qu'il en soit, les alliages de ces deux métaux sont cependant ductiles, et ils sont plus fusibles que les métaux composants. D'après M. Kragl, la pesanteur spécifique de ces alliages excède celle moyenne des deux métaux unis. Ces alliages sont facilement et complètement décomposés par la coupellation.

Selon M. Berthier, l'alliage composé de

Argent.	0,51	1 al.
Plomb.	0,49	1 id.

se rapproche beaucoup plus du plomb que de l'argent par le color. Il est mou, bien ductile, et l'on peut le réduire en feuilles très-minces et très-flexibles au laminoir.

Le plomb fondu dissout une grande portion d'argent, à une chaleur légèrement rouge; l'alliage est dès-lors très-cassant.

Voici, d'après M. Thénard, les caractères qu'offre un alliage formé de 7 parties de plomb et de 1 partie d'argent.

Blanc grisâtre, moins ductile que le plomb, et à plus forte raison que l'argent; un peu moins fusible que le premier de ces métaux; absorbe le gaz oxygène de l'air à la température rouge, de manière à se transformer en oxide de plomb qui se vitrifie, et en argent pur.

Si l'alliage contenait du cuivre, celui-ci s'oxyderait et se vitrifierait aussi avec l'oxide de plomb, de sorte qu'on obtiendrait encore l'argent pur ou presque pur.

C'est sur cette propriété qu'est fondé l'art de faire des essais d'argent et d'exploiter la plupart des mines d'argent en Europe.

Mais cette méthode laissait beaucoup à désirer; et en effet, les inconvénients de la coupellation et de ses deux opérations complémentaires, la revivification des litharges et la fusion des fonde de coupelle, sont : l'immense flèche que les substances plombées, entraînées dans les ateliers par le courant d'air de la coupellation, exercent sur la santé des ouvriers; la perte considérable de plomb métallique, 7 centièmes au moins, due à la coupellation d'abord, puis aux deux opérations complémentaires; enfin, la dépense considérable de combustibles et de main-d'œuvre nécessitée par une opération comprenant des manipulations assez compliquées. Il en résulte qu'on ne peut coupler avec profit beaucoup de plombs qui contiennent cependant une notable proportion d'argent, et dans lesquels, par conséquent, ce dernier métal reste sans valeur.

Frappé de ces inconvénients, M. Pattinson, habile ingénieur anglais, a imaginé un nouveau procédé, fondé sur un phénomène chimique, et qu'on emploie avec grand avantage depuis peu d'années, dans plusieurs usines à plomb de la Grande-Bretagne. Il n'exerce aucune mauvaise influence sur la santé des ouvriers, et ne donne lieu, sur le plomb, qu'à une perte relativement inférieure à 2 centièmes; enfin, il est tellement économique, du moins, dans les conditions où on l'emploie en Angleterre, qu'on peut l'appliquer avec profit à des alliages peu riches en argent, que jusque-là on n'aurait pu traiter sans perte.

Ce procédé, dit *affinage par cristallisation*, très-simple dans son principe et dans l'exécution, est fondé sur le phénomène suivant :

Si, après avoir porté à l'ébullition complète un alliage de plomb et d'argent, on le laisse ensuite refroidir très-lentement, en agitant sans cesse, avec un râble, la masse métallique, on observe qu'à partir d'un certain moment il se dépose dans le liquide une quantité incessamment croissante de cristaux imparfaits, que l'on peut enlever avec une écumoire, absolument comme on le laisserait déposer, dans les mêmes circonstances, un liquide saturé d'un sel plus soluble à chaud qu'à froid. En soumettant à l'analyse le métal ainsi enlevé à l'état cristallin, et celui qui compose la masse qu'on pourrait comparer à une liqueur mère, on trouve que le premier est beaucoup plus pauvre, et le second beaucoup plus riche que l'alliage primitif. On conçoit d'ailleurs aisément que les cristaux sont d'autant plus pauvres en argent que la quantité de métal séparée du bain liquide est moindre, et qu'au contraire, le métal liquide restant est d'autant plus riche que la proportion de cristaux enlevés est plus considérable.

L'expérience a prouvé, du moins dans les circonstances où l'on a opéré jusqu'ici dans les usines anglaises, que la même phénomènes se produit, quelle que soit la richesse de l'alliage; lors donc que l'on soumet successivement à cette espèce de départ, par cristallisation, un alliage donné, ainsi que les produits qui en découlent, on obtient deux séries: l'une d'alliages de plus en plus riches, l'autre d'alliages de plus en plus pauvres, sans qu'il y ait, à ce double résultat de l'opération, d'autre limite que celle qui dépend des conditions économiques dans lesquelles on opère. Généralement on se contente d'amener le plomb pauvre à la teneur des plombs de litharge et l'on ne pousse pas le plomb riche au-delà d'une teneur en argent décuple de celle de l'alliage primitif. Cet alliage riche est soumis ensuite à la coupellation; mais comme il ne contient que la dixième partie du plomb exposé à la cristallisation, la perte due à la coupellation se trouve évidemment réduite au dixième de ce qu'elle eût été par l'ancienne méthode (0,007 au lieu de 0,07).

Les $\frac{2}{3}$ du plomb sont livrés au commerce sans avoir subi d'autre déchet que celui qui résulte de la refonte d'une petite quantité de crasses que l'on enlève de la surface du bain de plomb au commencement de l'opération. Cette perte s'élève à $\frac{1}{2}$ centième au plus, en sorte que la perte totale reste au-dessous de 2 centièmes. Comme d'ailleurs on n'a à couper que une très-petite quantité de métal, on peut condenser cette

opération avec toute la lenteur désirable, et éviter à peu près complètement les fâcheux effets des vapeurs plombées sur la santé des ouvriers.

L'affinage par cristallisation ne remplace donc pas complètement la coupellation; mais, ce qui revient à peu près au même, il permet de restreindre, à volonté et dans une proportion considérable, la quantité de plomb sur laquelle cette opération dépendante doit être pratiquée.

Le principe du nouveau procédé est si simple, que toute personne versée dans le traitement des métaux imaginera aisément les moyens de le mettre en pratique. On trouvera au reste, s'il en est besoin, de plus amples détails dans un mémoire de M. Dufrenoy, ingénieur en chef des mines, d'où nous avons extrait les notions que nous venons de donner à ce sujet.

60. Argent et Potassium.

Selon M. Thénard, il est très-probable qu'en chauffant l'amalgame d'argent avec le potassium, on parviendrait à faire un alliage de ces deux métaux; il en résulterait d'abord un alliage triple qui bientôt serait décomposé par une chaleur suffisante, et qui, laissant en contact le potassium et l'argent, mettrait à molécule, leur permettrait de s'unir.

61. Arsenic et Palladium.

Ces deux métaux sont susceptibles de s'unir l'un à l'autre. D'après M. Chenevix, l'arsenic augmente la fusibilité du palladium et ajoute beaucoup à sa propriété d'être cassant.

62. Arsenic et Platine.

Ces deux métaux se combinent très-facilement et en toutes proportions.

Le platine, tel qu'on l'obtient par la décomposition du sel ammoniac platinique, s'unir à l'arsenic, d'après M. Berthelot, avec dégagement de lumière; et l'alliage entre en fusion; il est très-cassant.

Il ne faut qu'une très-petite quantité d'arsenic pour rendre le platine cassant.

Lorsqu'on chauffe du platine avec de l'arsenic en excès jus-

qu'il fusion, il se forme un arsénure qui renferme, selon M. Berthier, 0,25 d'arsenic.

En faisant fondre ensemble 1 partie de platine et 1 d'arsenic, on obtient 1 partie et $\frac{1}{3}$ d'arsénure de platine.

C'est en unissant l'arsenic avec le platine, et en décomposant ensuite cet alliage par la chaleur et l'air, que Jönköping a retiré pendant long-temps ce métal précieux de son mine.

D'après M. Thénard, un alliage formé de 20 d'arsenic et de 3 de platine, présente les caractères suivants :

Blanc gris, très-cassant, fusible un peu au-dessus de la chaleur rouge, sans action sur l'air à la température ordinaire; absorbe le gaz oxygène à l'aide de la chaleur, et se transforme en deutocide d'arsenic qui se volatilise, et en platine pur.

M. Schaffer, et après lui M. Lewis, examinent ainsi l'alliage de platine et d'arsenic. L'addition d'oxide blanc d'arsenic facilite la fusion du platine fortement chauffé; mais le mélange n'en pas assez coulant pour être versé hors du creuset. L'alliage est gris et cassant; l'arsenic s'en sépare en majeure partie par une forte chaleur, en laissant le platine à l'état d'une masse spongieuse.

Selon M. Berthier, les arsénures de platine sont totalement décomposés par le grillage; l'arsenic entraîne avec lui tous les métaux oxydables que le platine peut contenir.

65. *Arsenic et Plomb.*

Ces deux métaux peuvent s'allier presque en toutes proportions.

Selon M. Berthier, les arsénures de plomb sont demi-durciles, et d'autant plus cassants qu'ils renferment plus d'arsenic: leur cassure est lamellaire et éclatante comme celle de la galène; mais leur couleur est d'un gris plus blanc. Ils sont très-fusibles. — La chaleur blanche les ardoise à se contondre qu'une certaine proportion minimum d'arsenic, qui paraît être de 1 atome pour 2 de plomb.

Cet arsénure, qui est composé de

Plomb. . .	0,845 . .	100 . .	2 at.
Arsenic. . .	0,155 . .	18,17 . .	1 at.

soutient la plus haute température sans rien perdre de son poids.

Le fer décompose les arsénures de plomb, et leur enlève tout leur arsenic.

Ils n'éprouvent aucune altération de la part des carbonates alcalins.

D'après M. Wenzel, le plomb est susceptible de se combiner avec plus de $\frac{1}{10}$ d'arsenic, il devient par là algre, et sa cassure semblable à celle du bismuth, quoique d'une couleur plus foncée.

Achard ayant fait rougir pendant une demi-heure dans une cornue de terre, parties égales de plomb et d'arsenic, trouve de l'oxide d'arsenic et de l'arsenic sublimé, du verre couleur hyacinthe qu'il put transformer de nouveau en plomb, et un résidu métallique, algre, et d'une texture feuilletée.

Du plomb fondu avec une égale quantité d'arsenic et de potasse, présente dans sa cassure des cristaux très-brillants, uniformes et rhomboïdaux. En refondant ce plomb il perdit une partie de l'arsenic qu'il contenait.

Suivant M. Bertholus, le plomb et l'arsenic produisent, quand on les fond ensemble, une masse métallique cassante, de texture lamellaire, qui contient environ un sixième d'arsenic.

D'après M. Thomson, le plomb prend les 0,166 de son poids d'arsenic.

L'arsénure de plomb n'a encore été trouvé que dans la mine de Clausthal au Harz. Il est d'un gris de plomb blanchâtre, à cassure grenue; sa pesanteur spécifique est de 8,444. Il contient, selon M. Dumas, :

Plomb.	689	} 830.
Arsenic.	235	
Fer.	21	
Soufre.	5	
Cobalt.	9	
Pyrite arsénicale.	41	}

Ce doit être par conséquent, selon M. Berthier, l'arsénure $PbAs$, qui renferme 0,267 d'arsenic et 0,133 de plomb.

Selon M. Fourcet, en exposant un alliage d'arsenic et de plomb à la chaleur d'environ 50° pyrométriques, l'arsenic se vaporise en totalité en entraînant du plomb.

Pour préparer la grenaille de plomb, on ajoute un peu d'arsenic au plomb, qui alors s'arrondit mieux.

C'est à Southwark, en Angleterre, qu'on a commencé à

préparer la dragée de plomb, en faisant tomber le métal, sous forme de gouttes, du haut d'une tour. Avant cette époque on le coulait à travers un tamis.

La dragée la plus belle et la plus ronde se fabrique, selon M. Berzelius, dans un poêle de la mine de Föhlen, dans lequel on fait tomber le métal fondu. Pour avoir l'arséniure de plomb nécessaire à cette opération, il suffit de faire fondre le plomb avec de l'acide arsénieux. Il se forme ainsi de l'arséniate et de l'arséniure de plomb.

64. *Arsenic et Potassium.*

L'arsenic, d'après M. Berzelius, s'unit aisément au potassium. La combinaison s'opère avec dégagement de beaucoup de chaleur et de lumière.

L'alliage qui en résulte est décomposé par l'eau; le potassium passe à l'état d'oxide, il se dégage de l'hydrogène, et l'arsenic se transforme en arséniure d'hydrogène, qui se sépare sous forme de flocons brun-marron.

65. *Acier et Rhodium.*

L'acier s'allie au rhodium. Une très-petite quantité de rhodium rend l'acier beaucoup plus dur et moins facile à oxidier par la voie humide.

MM. Stodart et Faraday ont préparé cet alliage en grand, dans un fourneau d'acier à Sheffield; les proportions de rhodium qu'ils employèrent étaient de 1 à 2 pour cent.

Cet alliage offre une très-grande ténacité unie à une dureté telle, que les instruments tranchants confectionnés avec cet acier, pouvaient supporter un recuit de 30° de Fahrenheit au-dessus de celui qu'on donnait au meilleur acier indien, bien que celui-ci exige 40° de plus que le meilleur acier fondu d'Angleterre. Cet alliage est également susceptible de recevoir un beau damasé; c'est le meilleur acier qu'on puisse employer à la fabrication des instruments tranchants. Malheureusement la rareté du rhodium s'oppose, jusqu'à présent du moins, à ce qu'on fasse un grand usage de cette combinaison.

Parties égales d'acier et de rhodium donnent, suivant les mêmes, un alliage facile, qui prend un poli de la plus rare beauté, et qui ne se terait pas à l'air: il serait très-propre à faire des miroirs.

Un alliage d'acier et de 1,5 p. $\frac{100}{100}$ de rhodium, a, d'après M. Demas, une densité de 7,735 étant forgé.

66. Argent et Rhodium.

Ces deux métaux s'allient l'un à l'autre.

En faisant fondre le rhodium avec 3 à 6 parties d'argent, il altère peu l'aspect de ce métal, mais il diminue sa fusibilité. Pendant le refroidissement, la surface de l'alliage se couvre d'oxide de rhodium.

Cet alliage, d'après M. Ore, est très-malléable, et il ne s'oxide point à un haut degré de chaleur, mais seulement pendant un refroidissement lent.

L'acide nitrique et l'eau régale n'ont aucune action sur le rhodium dans cet alliage.

67. Arsenic et Rhodium.

Le rhodium, d'après M. Berzelius, se combine par la fusion avec l'arsenic. Ce dernier peut ensuite être chassé par la chaleur et laisse le rhodium sous la forme d'un globe cohérent.

L'arsenic rend le rhodium plus fusible; mais il n'est pas soluble dans les acides.

68. Acier et Silicium.

L'acier se combine avec le silicium.

La plupart des aciers fabriqués en France (et il en est probablement de même aussi des aciers étrangers) contiennent du silicium.

Voici des résultats d'analyses faites par M. J.-B. Souverainpaul, qui sont de nature à accréditer cette opinion.

	Fer.	Carbone.	Silicium.	Manganèse et autres.
Acier cimenté.	99,325	0,450	0,225	traces.
Acier fondu.	99,442	0,335	0,225	idem.
Acier poule.	99,375	0,500	0,125	idem.

Il paraîtrait, d'après ces résultats, que dans la cémentation, en même temps que le fer se combine au carbone, il absorbe aussi une petite quantité de silicium.

M. Deuingoult ayant analysé également l'acier, Clouet l'a trouvé composé de

Fer.	99,30	
Silicium. . .	0,60	ou Silice obtenue, 1,40.
Carbone. . .	0,09	
		100,00

Voici donc un acier totalement à base de silicium.

Cependant le nom d'acier ne peut lui être refusé, puisqu'il en a la propriété caractéristique, c'est-à-dire la propriété de durcir par la trempe.

On peut donc avancer maintenant que le silicium paraît au moins aussi nécessaire que le carbone pour la transformation du fer en acier, puisqu'il ne semble pas qu'il en existe sans silicium, et qu'il est certain qu'il en existe un sans carbone.

Il faut bien se garder cependant, dans l'état actuel de nos connaissances sur le fer, de considérer le carbone comme un corps inutile dans l'acier. Ce combustible est même peut-être très-nécessaire pour le rendre plus facile à travailler; un fait qui tendrait à prouver cette assertion, c'est que tous les aciers employés sont plus ou moins charbonneux, et qu'on n'a fait aucun usage de celui de Clouet.

Il n'appartiendrait qu'à un artiste exercé qui aurait occasion de comparer les deux aciers, de prononcer sur cette matière.

69. *Aluminium et Silicium.*

Ces deux métaux se combinent ensemble.

On obtient cet alliage, d'après M. Berzelius, en faisant fondre le mélange des deux métaux, qui s'unissent avec dégagement de lumière. Le composé est noir, pulvérulent, et prend un éclat métallique foncé, par le frottement. A l'air, il répand constamment une odeur d'acide hydro-silicique, et lorsqu'on le met dans l'eau, cet acide s'en dégage rapidement sous forme de gaz.

70. *Ammonium et Silicium.*

L'ammoniaque caustique ne dissout pas le silicium; mais, d'après M. Berzelius, lorsqu'on distille un mélange de sel ammoniac et de silicure de calcium, on obtient dans le réci-

plent une liqueur rouge ayant une saveur hépatique très-forte. C'est un seléniure d'antimoine.

71. Antimoine et Sélénium.

On produit aisément cet alliage, en combinant directement par la fusion le sélénium avec l'antimoine. La masse s'échauffe ordinairement au point de devenir rouge et le sélénium excédant distille. On peut aussi préparer cette combinaison par la voie humide, en précipitant une dissolution d'antimoine par le gaz hydrogène sélénik. Ce sélénure est très-fusible; il entre en fusion à la chaleur rouge, et donne, par le refroidissement, une masse métallique d'un gris de plomb, à cassure cristalline; il se recouvre d'une scorie vitreuse quand on le chauffe fortement avec le contact de l'air. Cette scorie est sans doute un composé de sélénure d'antimoine et d'oxide d'antimoine; du moins, ces deux corps s'unissent facilement et donnent une masse jaune-brunâtre, transparente, en couches minces, vitreuse, et entièrement analogue à celle qu'on appelle verre d'antimoine.

72. Antimoine et Sodium.

La combinaison de ces deux métaux s'opère facilement. Elle a lieu avec dégagement de lumière, à peu près à la température où l'antimoine entre en fusion.

Le composé est aigre, ne fond qu'à la chaleur rouge, et se décompose à l'air et dans l'eau, en laissant un résidu d'antimoine.

On obtient cet alliage en calcinant un mélange intime de tartre acide de sodium, ou d'après Séverin, de carbonate de soude, de poudre de charbon et d'antimoine, par exemple, 50 grammes de tartre carbonisé et 250 grammes d'antimoine.

En réduisant la masse obtenue en poudre fine et en posant celle-ci sur du papier, elle s'échauffe et devient bientôt rouge.

Lorsqu'on préparait cet alliage, on met un excès de charbon, on obtient une masse pulvérulente, qui prend feu spontanément avec plus de facilité encore que l'alliage pulvérisé.

Cet alliage ne se volatilise point à la chaleur du rouge-blanc.

Il existe au reste une très-grande analogie entre les allages d'antimoine et de sodium et ceux d'antimoine et de potassium. Ce qui a été dit au sujet de ces derniers peut donc s'appliquer aussi aux premiers.

73. Argent et Sélénium.

L'argent a pour le sélénium une grande affinité, et il est facile de combiner ensemble ces deux métaux, par la voie sèche et par la voie humide, ce qui constitue deux sélénures d'argent, le proto et le dento sélénures.

L'argent noircit sous l'influence des vapeurs de sélénium, de même que par le contact de l'acide sélénhydrique et de l'acide sélénieux.

On obtient le sélénure d'argent par la voie sèche, en faisant fondre le sélénium avec l'argent; et par la voie humide en précipitant un sel d'argent par l'acide sélénhydrique.

Le sélénure obtenu par la voie humide, entre facilement en fusion et forme un culot d'un blanc d'argent qui s'aplatit un peu sous le marteau, et qu'on ne peut débarrasser complètement de sélénium, ni par le grillage, ni par sa fusion avec du borax, ou un alcali, ou du fer.

Le sélénure d'argent obtenu par précipitation, est formé de 73,16 parties d'argent et de 26,84 parties de sélénium. Selon M. Berthier, ce proto-sélénure est gris-blanc, ductile, fusible à la chaleur rouge, inaccomplètement décomposable par la chaleur, par le grillage, par le borax et par les alcalis. Il est soluble dans l'acide nitrique.

Dans le sélénure qui a été saturé de sélénium par la fusion, l'argent est uni au double de sélénium, ou 57,68 parties d'argent y sont combinées avec 42,32 parties de sélénium. Selon M. Berthier, ce dento-sélénure est gris, demi-ductile, beaucoup plus fusible que le premier, indécomposable par la chaleur rouge, mais réductible en proto-sélénure par le grillage.

74. Arsenic et Sélénium.

Lorsqu'on met de l'arsenic métallique dans le sélénium fondu, il n'y combine pas à peu.

Une chaleur modérée vaporise celui de ces deux corps qui se trouve en excès et laisse pour résidu une masse noire très-

faible ; une chaleur rouge fait bouillir cette masse et on distille un composé qui paraît être du per-sulfure d'arsenic ; mais bientôt l'ébullition cesse, et le masse incandescente reste liquide et sans mouvement : dans cet état, il faut élever la température presque jusqu'au degré de la chaleur blanche pour sublimer cette masse ; après son refroidissement, elle est noire, tirant en brun ; sa surface a l'éclat du verre, et sa cassure est vitreuse.

75. *Arsenic et Sodium.*

Ces deux métaux s'allient aisément à une température bien inférieure au rouge-cerise, et avec un faible dégagement de lumière. Cet alliage est cassant.

Préparé avec 1 volume de sodium et 3 volumes d'arsenic en poudre, l'alliage est ségre, à grain fin ; sa couleur est d'un gris blanc.

Cet alliage se décompose avec rapidité à l'air, et se couvre d'une liqueur noire et alcaline ; il fait une vive effervescence avec l'eau et les acides, due à du gaz hydrogène chargé d'arsenic, et se transforme en soude et en flocons brun-rouge de sous-sulfure d'hydrogène.

76. *Acier et Titane.*

MM. Stodart et Faraday ont fait d'inutiles efforts pour obtenir un alliage d'acier avec le titane.

Ils ne sont point parvenus à réduire l'oxide de ce métal. Cependant, d'après les effets de la chaleur sur les croûtes qui devenaient quelquefois molles et presque liquides en quinze minutes, ils n'avaient, dans le fait, aucune raison de supposer le degré de chaleur inférieur à tout autre degré obtenu avant eux dans un fourneau. Celui qu'ils employèrent pour ces expériences, étoit un fourneau à vent alimenté par un fort courant d'air qui souffloit sans interruption. Le combustible étoit de bon coke de Staffordshire, avec un peu de charbon ; ils employoient à la fois des croûtes de Hesse et de Cornouailles, ajustées avec soin l'une dans l'autre ; on en a même réuni trois ensemble, mais ils ne pouvaient résister à l'intensité de la chaleur.

Ainsi ses expériences ont-elles conduit MM. Stodart et Faraday à douter si le titane a jamais été réduit à l'état métallique.

Cependant M. Karsten parait avoir réussi à obtenir cet alliage. Il dit dans son manuel de la métallurgie du fer, qu'un composé de 99 parties d'acier et de 1 partie de titane métallique, se comporta comme le meilleur acier; mais que le titane réparti inégalement dans la masse, ne s'y trouve qu'à l'état de mélange. Ces alliages sont susceptibles en outre de prendre un beau damasqué.

77. *Aluminium et Tellure.*

On obtient un alliage de ces deux métaux, d'après M. Wöhler, en faisant fondre directement du tellure avec de l'aluminium.

La combinaison s'opère avec tant de violence, que si l'on mêle ces deux métaux, préalablement réduits en poudre, et qu'on chauffe le mélange, il se produit une explosion assez forte pour que la masse entière soit éjectée hors du vase, comme par un coup de feu. Il faut donc avoir soin, pour éviter cet accident, d'épicer sur du tellure ces fragments.

Ce composé forme une masse métallique noire cohérente, cassante, et qui répand à l'air une forte odeur d'hydrogène telluré. Cet alliage dégage ce gaz avec violence, quand on le met dans l'eau, et il se forme de l'alumine par la décomposition de l'eau; celle-ci devient bientôt rouge, puis brune, et enfin opaque, à cause du tellure qui se sépare.

Lorsqu'on pose cet alliage sur du papier, il s'entoure peu à peu d'un anneau de tellure métallique, dont le périmètre extérieur est brisé; cet anneau est formé par le décomposé de l'hydrogène telluré.

78. *Antimoine et Tungstène.*

Ces deux métaux peuvent s'allier. MM. d'Elmuyet frères ayant chauffé suffisamment, dans un creuset, un mélange de 100 parties d'antimoine avec 50 parties d'oxide jaune de tungstène et une quantité convenable de charbon, obtinrent un calet d'un brun obscur, luisant, un peu spongieux, rude au toucher, et se brisant facilement. Il était de 308 parties.

79. *Argent et Tellure.*

La nature nous offre cet alliage dans les mines d'or tellu-

rières de la Transylvanie, où on le trouve tantôt seul, tantôt accompagné d'un alliage de tellure et de plomb.

M. G. Rose a aussi rencontré un tellure d'argent dans la mine de Sirenowski en Sibirie, distante de 60 milles environ de la riche mine de Sirenowski. Cette espèce, selon M. Berthier, n'a été complètement étudiée et décrite que par M. G. Rose. Elle est disséminée en nids dans un schiste talqueux verdâtre; elle est accompagnée d'une petite quantité de pyrites cubiques, de blende noire, de cuivre pyriteux et de tellure de plomb.

Le tellure d'argent est en masses amorphes, composées de grains lésés qui présentent un clivage distinct dans une direction. Il est très-éclatant, et sa couleur est intermédiaire entre celle du plomb et celle de l'acier. Il est un peu plus dur que l'argent sulfuré. Sa pesanteur spécifique est de 8,472. Au chalumeau, il fond sur le charbon en une masse noire dans laquelle on voit des dentrites d'argent métallique. Dans le tube ouvert, il donne un léger sublimé blanc; le sel de phosphore le dissout, et il se forme un verre opalin jaunâtre qui devient parfaitement transparent lorsqu'on le chauffe au dard extérieur; avec la soude, il donne un bouton d'argent pur. L'acide nitrique le dissout, même à froid. Il contient :

Argent.	0,8863	{ 1,0000
Tellure.	0,1137	

ou à peu près 1 atome de chacun de ses éléments.

Il n'est point à notre connaissance que l'alliage d'argent et de tellure ait été préparé directement.

20. Argent et Titane.

Vauquelin et Berthé essayèrent, sans succès, d'obtenir un alliage de ses deux métaux. Il n'est point à notre connaissance qu'il ait été fait, depuis, par d'autres chimistes, de nouvelles tentatives à cet égard.

21. Argent et Tungstène.

Ces deux métaux se combinent par la fusion.

L'alliage, d'après les frères d'Elmhaupt, est d'un brun pâle, spongieux et un peu ductile. Ils l'ont formé en faisant chauf-

fer suffisamment, dans un creuset, 100 parties d'argent, 50 d'oxide jaune de tungstène, et une quantité convenable de charbon. Le culot obtenu était de 142 parties; il s'étendait facilement sous quelques coups de marteau, mais en les continuant il se brisait en morceaux.

Selon M. Berthier,

274,03 d'argent . . 4 id. . . 0,82 argent.

7, 53 acide tungstique 1 id. . . 0,18 tungstène.

chauffé dans un creuset brasqué, à 1500°, ont donné un culot pesant 324,86. Il était bien fondu, mais creux, et l'intérieur contenait un grand nombre de petites granailles noires. La partie compacte était bien ductile, et l'on a pu la réduire en laminoir en feuilles extrêmement minces. Ces feuilles ne présentaient aucune gerçure, on pouvait les plier sur elles-mêmes sans les rompre; mais elles avaient plus d'élasticité et de raideur que l'argent, et elles étaient d'un blanc assez éclatant.

82. Arsenic et Titane.

MM. Foucault et Heuël essayèrent, sans succès, de former un alliage avec ces deux métaux.

Nous ne pensons pas que des essais ultérieurs aient été faits dans le même but.

83. Acier et Zinc.

Ces deux métaux, d'après M. Bréant, peuvent s'unir l'un à l'autre par la fusion.

M. Bréant a obtenu ainsi un alliage ductile d'acier et de zinc, en portant ce dernier métal jusqu'à 2 pour cent; mais il avertit qu'il y a, quant au zinc, quelques précautions à prendre, attendu que ce métal détache fortement; il ne faut donc en projeter que de très-petites portions dans le bain d'acier.

M. Bréant observe aussi qu'en forgeant l'acier allié de zinc, une partie du métal volatil se dissipe.

84. Antimoine et Zinc.

Ces deux métaux s'allient bien par la fusion.

Selon M. Dumas et autres, cet alliage est très-cassant, gris d'acier, dur, à petits grains, et très-combustible. Il est-

Alliages Métalliques.

semble beaucoup à l'acier, d'après M. Cadet, et à l'alliage du zinc avec l'arsenic, suivant M. Berthier.

85. Argent et Zinc.

L'argent s'unit au zinc avec facilité. Il en résulte un alliage cassant, d'un blanc blanchâtre, à texture grosse à grain fin; il est peu décomposable par la chaleur, et le zinc extrahé de l'argent en se volatilisant. Lorsqu'on sublime, en vaisseaux clos, un alliage de 11 parties de zinc et 1 d'argent, la totalité de l'argent s'élève, dit-on, avec les fleurs de zinc.

Le pesanteur spécifique des alliages d'argent et de zinc est, suivant M. Gellert, plus considérable que celle moyenne du l'un et de l'autre métal.

Selon M. Berthier, dans une expérience où l'on a chauffé à 60°,

5 g.	d'argent en poudre,
3	d'oxide de zinc,
12	de flux noir.

20

après que tout signe de volatilisation eut disparu, on a obtenu un cocté pesant 5 g. 95, dans lequel on a trempé, par l'amalgam,

46-76 d'argent.		0,80
1 19 de zinc.		0,30

ou un peu moins de 1 atome de zinc pour 1 atome d'argent; il s'ensuit que le zinc sublimé a combiné avec lui 0 g. 24 d'argent, c'est-à-dire environ le sixième de son poids, et 0 g. 65 de l'argent employé. Cet alliage peut être réduit, au laminoir, en feuilles très-minces, raides, élastiques, mais tenaces, et qui peuvent être plissés plusieurs fois sur elles-mêmes avant de se rompre. Lorsqu'on chauffe cet alliage à 150° p., il se volatilise à peu près un vingt-cinquième de l'argent, et l'argent qui reste contient 0,02 à 0,03 de zinc.

86. Arsenic et Zinc.

Il n'est point douteux que ces deux métaux ne soient susceptibles de se combiner, mais les chimistes ne sont point

d'accord sur la préparation et les propriétés de l'alliage résultant de cette combinaison.

Le zinc peut se combiner, selon M. Bergmann, avec $\frac{1}{3}$, et, d'après M. Wenzel, avec $\frac{2}{10}$ d'arsenic, sans que le premier métal paraisse en éprouver aucune altération.

Suivant M. Wenzel, l'arsenic blanchit le zinc. En triturant ensemble d'égales quantités d'arsenic blanc et de limailles de zinc, et chauffant ensuite ce mélange dans des vases distillatoires, il s'enflamme et fait éclater ces vases. Mais ces deux métaux étant distillés dans ces mêmes vases sans avoir subi cette préparation, ne les brisent point et forment une masse dont la cassure strile présente plusieurs couleurs et ressemble à une mine de zinc vitreuse artificielle.

En fondant ensemble ces deux métaux avec de la potasse, le zinc est, d'après M. Schard, également ébloui par l'arsenic.

M. Berzelius se borne à dire que l'union du zinc et de l'arsenic est difficile à opérer, et que l'alliage est gris et cassant.

M. Despretz attribue à cet alliage les mêmes propriétés, plus celle d'être brillant, et il le produit en chauffant, dans un creuset fermé, un mélange de zinc en poudre et d'acide arsenieux. M. Thénard indique la même mode de préparation.

Mais les recherches les plus récentes et les plus complètes, sur cette combinaison, appartiennent, je crois, à M. Soubeiran. Selon ce chimiste, l'alliage du zinc avec l'arsenic réussit parfaitement en s'y prenant ainsi : On introduit dans une cornue de grès, d'abord une partie d'arsenic en poudre, ensuite une partie de zinc en grenaille; on élève peu à peu la température, et vers la fin de l'opération, on donne un coup de feu un peu vif, pour faire entrer l'alliage en fusion. On obtient de la sorte un calet bien fendu, cassant, d'une couleur grise et d'une structure grenue. M. Soubeiran signale cet alliage comme pouvant être employé avec avantage à la préparation du gaz hydrogène arseniqué très-pur. Cet alliage est en effet facile à préparer, d'après ce chimiste; il cède peu, et les sodes en dégagent avec abondance, à la température ordinaire, le gaz mentionné plus haut.

L'acide sulfurique étendu de 3 parties d'eau, ou mieux encore l'acide hydrochlorique fort, dégage de cet alliage le gaz hydrogène arseniqué; et si l'on a le soin de laisser perdre les premiers produits pour se débarrasser de l'air de l'appareil, le gaz obtenu est sans mélange et se dissout complètement dans la dissolution de sulfate de cuivre.

Le zinc du commerce contient quelquefois des quantités très-sensibles d'arsenic : on le reconnaît facilement à ce qu'il donne, avec l'acide sulfurique faible, du gaz hydrogène qui laisse déposer des traces brunes sur les parois de l'éprouvette où on le brûle.

87. Bismuth et Cobalt.

D'après la plupart des chimistes, on n'a pu encore unir le cobalt au bismuth.

Baumé, qui s'est beaucoup occupé du cobalt, ayant fait fondre ensemble du cobalt et du bismuth, trouva, après le refroidissement, ces deux métaux séparés, le bismuth dans le bas et le cobalt au-dessus.

Cependant M. Gellert prétend que le cobalt s'unit volontiers au bismuth ; peut-être n'est-ce qu'en petite quantité, comme avec le plomb et avec l'argent ; et dans l'expérience de Baumé, le cobalt n'était-il pas tout-à-fait exempt de bismuth, ou réciproquement.

88. Bismuth et Cuivre.



Ces deux métaux peuvent s'unir l'un à l'autre. L'alliage qui résulte est rouge-pâle et cassant. La pesanteur spécifique est le terme moyen de celle des deux métaux élites.

L'alliage de ces deux métaux est cassant, quelles que soient leurs proportions. Il constitue, selon Cramer, la composition connue sous le nom de métal blanc du Prince.

89. Bismuth et Etain.

Ces deux métaux se combinent facilement, par la fusion, et en toutes proportions.

Le bismuth, même en petite proportion, donne à l'étain plus de dureté, d'éclat, de fusibilité et de sonorité. Mais à raison de l'analogie du bismuth avec le plomb, cet alliage ne doit pas être employé pour la confection des vases culinaires ou d'apothicaire. Cependant, les poêles d'étain ont, depuis long-temps, dit-on, la coutume d'ajouter un peu de bismuth à l'étain pour en augmenter la dureté.

L'alliage d'étain et de bismuth est plus fusible que chacun des deux métaux pris isolément.

Un mélange de parties égales des deux métaux, fond,

d'après M. Berzelius, à la température de l'eau bouillante;

— Thomson, à 150° centigrades;

— Berzel, à 150° centigrades.

Cet alliage, à parties égales, était nommé par quelques auteurs *chalcides*, *caltumago*; son oxide est employé, selon *Fellérus*, comme email blanc.

Selons M. Thomson, un alliage de 2 parties d'étain et de 1 de bismuth se fond à environ 166° centigrades, et celui formé de 3 parties d'étain et de 1 de bismuth, à 190°.

Quand on traite cet alliage par l'acide hydrochlorique, l'étain est dissous, tandis que le bismuth reste sous forme d'une poudre blanche. Mais d'après M. Chevalier, il se dissout aussi un peu de bismuth, quand la proportion de ce métal dépasse un quarantième du poids de l'alliage.

M. Chevalier a soumis à la compellation les alliages d'étain et de bismuth mentionnés ci-après, qu'il avait préparés à cet effet; savoir :

73 parties d'étain et 25 de bismuth.

85 ——— idem — 5 — idem.

99 ——— idem — 7 — idem.

Ces essais lui ont fait reconnaître que le bismuth allié à l'étain, même dans la proportion de 5 p. 100, donne à l'oxide de ce métal une couleur grise même de jaune; et seulement gris lorsqu'il n'y en a qu'un centième.

D'après un travail de M. Rudberg sur la chaleur latente de certains métaux, et sur une propriété générale des alliages métalliques (voir l'article *Etain et Plomb*, p. 188), le bismuth se solidifie à 264°, et l'étain à 238°; et, pour les alliages de ces deux métaux, le point fixe est à 145° : c'est le point de fusion de l'alliage Sn² Bi².

90. Barium et Fer.

Les propriétés du barium par rapport au fer nous sont encore inconnues.

Le barite ne peut être décomposée par le fer, sans une addition de charbon. On ignore si le produit de cette décomposition est assez fixe pour entrer en combinaison avec le fer.

Cependant, M. Koppfen a souvent trouvé du barium dans le fer, mais jamais dans le fer ductile.

31. Bismuth et Fer.

Ces deux métaux peuvent s'unir l'un à l'autre, à ce qu'il paraît, bien que les chimistes ne soient pas entièrement d'accord sur ce point.

MM. Berzelius et Thénard disent que le bismuth ne se combine que difficilement avec le fer, et qu'une très-petite quantité de ce dernier métal suffit pour rendre le bismuth magnétique.

Bronz, Meubel et Gaffert prétendent avoir obtenu une combinaison de 2 à 3 parties de bismuth avec 1 partie de fer; mais Bronz en conteste la possibilité.

Rissmann ne parvient pas à produire ce composé; le bismuth et le fer qu'il fondait ensemble, paraissent d'abord entièrement mélangés, et se séparent ensuite.

M. Karsten a voulu connaître aussi, par lui-même, l'action du bismuth sur le fer. Il a fait, dans ce but, des essais d'affinage avec addition des pour $\frac{1}{2}$ de bismuth. Dès que la fonte entre en fusion, il s'élève une flamme et une fumée colorée en bleu verdâtre, qui continuent pendant une demi-heure.

Il fallait soulever la masse plus souvent que de coutume, mais la loupe devint à la fin très-bonne, et les barres de fer soutinrent les épreuves.

Le bismuth n'a donc produit d'autre effet défavorable que de retarder l'opération de l'affinage. On trouve dans ce fer, 0,081 p. $\frac{1}{2}$ de bismuth, ou 81 parties sur 100,000.

D'après des expériences analogues, faites par Deussenroth, le fer allié au bismuth se laisserait forger assez bien; cependant il serait un peu courtant et très-cassant à froid, après le trempé.

Cadet prétend que le pointeur spécifique de cet alliage est plus léger que celle moyenne des deux métaux, et que le bismuth peut servir à étamer le fer.

Selon M. Despretz, pour analyser un alliage de bismuth et de fer, il faut le dissoudre dans l'acide nitrique, précipiter le nitrate par l'eau, laver et réduire l'oxide par le noir de fumée.

32. Bismuth et Mercure.

Ces deux métaux sont susceptibles de se combiner.

Le bismuth n'est jamais entièrement débarrassé du mercure dont on se sert pour sa préparation.

Mis en contact avec l'eau, cet alliage se décompose.

Le mercure est jusqu'ici, selon Ténard, le seul métal qui ait été combiné avec le bismuth.

23. Bismuth et Manganèse.

Ces deux métaux peuvent s'allier.

M. Berthier ayant chauffé dans un creuset braqué, à 180° p.

19 g, 74 bismuth en poudre. 1 at.

18 , 23 protoxyde de manganèse. . . . 1 id.

1 , 00 charbon en poudre;

1 , 00 baux vitreux.

a obtenu un culot métallique pesant 58g,50, et une très-petite scorie; la volatilisation du bismuth a donc été très-peu considérable; l'alliage devait contenir environ

Bismuth. 0,554 1 at.

Manganèse. 0,445 1 id.

Il était bien fondu, d'un gris blanc, très-tendre, se laissant couper au couteau, cassant, à cassure grenue et cristalline. Il exhalait une forte odeur d'hydrogène, sous l'insufflation de l'acide.

24. Bismuth et Mercure.

Le mercure se combine aisément et promptement avec le bismuth, soit en triturant ensemble les deux métaux, soit en versant une ou deux parties de mercure chaud dans une partie de bismuth fondu.

Cet amalgame, mou d'abord, se durcit par degrés. Il cristallise, lorsqu'étant en fusion on le laisse refroidir lentement. On obtient ainsi des cristaux octaédriques; mais on n'a pas suffisamment examiné, selon M. Bertholus, si ces cristaux sont du bismuth seul, ou un amalgame de bismuth.

Le mercure peut absorber beaucoup de bismuth sans cesser d'être liquide. Cadet prétend que cet amalgame est quelquefois si fluide, qu'il passe tout entier au travers d'une peau.

Dans cet état il a, selon M. Berthier, la propriété de pouvoir dissoudre beaucoup de plomb sans se solidifier. C'est à cause de cela qu'on introduit souvent du bismuth et du plomb dans le mercure, par fraude : cependant, quoique très-liquide,

il fait alors toujours la queue. Lorsque'on le distille il se décompose; mais le mercure entraîne avec lui une quantité notable de bismuth, lors même qu'on opère la distillation à la température la plus basse possible.

D'après M. Tadaerd, l'amalgame formé de 1 partie de bismuth et de 4 de mercure, est en partie liquide et en partie solide et cristallisé. Il entre complètement en fusion à une température peu élevée; s'attache fortement aux corps avec lesquels on le met en contact; se décompose par la chaleur, et se prépare comme le précédent.

On s'en sert pour étamer intimement des glaces de verre. Pour cela, on fait sécher les glaces, on y verse, lorsqu'ils sont encore chauds, l'amalgame chaud lui-même et en parfaite fusion, et on le promène sur toute la surface du vase: une partie de l'amalgame se solidifie et donne lieu à un étamage qui est assez beau.

Pourrait-on serait-il possible d'étamer les glaces de petites dimensions avec l'amalgame d'étain par un procédé analogue. Ce procédé offrirait de grands avantages, parce que l'on ne serait point obligé de réduire l'étain en feuilles, et que l'on pourrait employer l'étain ordinaire pour la préparation de l'amalgame.

95. Bismuth et Molybdène.

D'après M. Thomson, en fondant ensemble ces deux métaux, le bismuth est volatilisé; il reste une masse noire, fragile, qui consiste principalement en molybdène.

On obtient, par la fusion dans un lit de charbon, de 4 parties de bismuth et de 1 partie de molybdène, une masse noire, cassante, ainsi qu'un bouton de bismuth qui recouvrait une portion de molybdène. Ce bouton put supporter quelques coups de marteau, mais à la fin il se brisa en morceaux. Il était très-fragile et d'une texture plus serrée que le bismuth.

96. Bismuth et Or.

Ces deux métaux se combinent aisément par la fusion. Les alliages qui en résultent ressemblent au laiton et sont cassants; ils ont lieu avec une forte contraction. La plus petite quantité de bismuth rend l'or aigre et impropre à être tiré à la filière ou battu en feuilles. Le bismuth n'a pas même

besoin d'être projeté dans l'or fondu pour produire cet effet; la malléabilité de l'or est altérée déjà quand on fait fondre ces deux métaux dans deux creusets placés dans le même fourneau, c'est-à-dire que les vapeurs du bismuth suffisent pour diminuer la ductilité de l'or.

M. Bré dit que le bismuth blanchit l'or, et M. Hatchett, que l'alliage de ces deux métaux est d'une couleur jaune-vertâtre, semblable à de mauvais laiton, et d'une consistance terreuse à grains fins.

Suivant MM. Berzelius et Dumas, l'or, allié à un douzième de bismuth, est d'un jaune-pâle.

Le pesanteur spécifique des alliages d'or et de bismuth est plus grande que celle moyenne de ces deux métaux.

M. Hatchett a trouvé que la pesanteur spécifique d'un alliage composé de 11 parties d'or et de 1 partie de bismuth, était de 18,938. Le volume des deux métaux étant de 1000 avant leur union, n'était plus après que 988 : ils avaient eu conséquemment éprouvé une contraction considérable.

D'après M. Gaudin, on combine le bismuth avec l'or pour affiner ce dernier métal.

27. Bismuth et Palladium.

Le palladium forme, avec le bismuth, des alliages durs et cassants.

Avec un poids égal des deux métaux, M. Chevrez obtint un bouton très-cassant et presque aussi dur que l'acier; il était de couleur grise, mais plus foncée lorsqu'il était réduit en poudre. Sa pesanteur spécifique était de 12,587.

28. Bismuth et Platine.

Ces deux métaux se fondent et se combinent aisément lorsqu'on les soumet rapidement ensemble à une forte chaleur. Les alliages qui en résultent sont très cassants. On peut en séparer une partie du bismuth par lixivation, mais on ne peut pas les décomposer entièrement par la coupellation, parce que l'alliage perd sa fusibilité à une certaine époque de l'opération.

M. Lavois a allié ces deux métaux dans des proportions variées, depuis 1 partie jusqu'à 34 de bismuth, avec 1 partie de platine. Ces alliages étaient tous cassants et à peu près

aussi menue que le bismuth; leur cassure avait une apparence foliée.

L'alliage de platine et de bismuth prend, à l'air, une couleur pourpre, violette ou bleue.

En enveloppant un morceau de bismuth dans une feuille de platine que l'on expose à la flamme du chalcaï, en le tenant avec des pinces, la platine épaisse bientôt une brillante fusée et devient coulant.

39. Bismuth et Plomb.

Ces deux métaux se combinent tout-à-coup par la fusion. L'alliage qui en résulte est remarquable en ce qu'il est malléable, tant que la quantité de bismuth n'excède pas celle du plomb, et qu'il a beaucoup plus de ténacité que le plomb pur. Mais lorsque la quantité de bismuth excède celle du plomb, l'alliage perd sa ductilité.

Cet alliage est, en général, gris foncé; sa cassure est lamelleuse et sa pesanteur spécifique plus considérable que celle moyenne des deux métaux. Suivant Marchendroock, la pesanteur spécifique d'un alliage à parties égales en poids des deux métaux, est de 10.7087. M. Ure dit que ce même alliage est blanc, brillant, beaucoup plus dur que le plomb et plus malléable que ce métal; la malléabilité de l'alliage augmente encore en même temps que la proportion du plomb.

Marchendroock a trouvé qu'un alliage formé de 3 parties de plomb et de 2 parties de bismuth, est dix fois plus tenace que le plomb pur.

Selon M. Berthier, l'alliage qui contient

Plomb.	0,66 2 at.
Bismuth.	0,34 1 id.

a une couleur intermédiaire entre le blanc d'étain et le gris du plomb. Il est parfaitement ductile et l'on peut le réduire en laminaïr en feuilles extrêmement minces, sans qu'il éprouve la moindre gerçure. Il se fond à environ 166°.

D'après les expériences de M. Darcel, un alliage composé de parties égales de ces deux métaux, n'est point allié par une chaleur de 100°, mais fond à 165° centigrades.

Parmi les moyens analytiques employés pour séparer le bismuth des autres métaux avec lesquels il peut être allié, l'eau a été l'agent choisi de préférence, par la propriété qu'elle possède de décomposer les sels de bismuth. Mais,

selon M. Laugier, ce procédé n'est point assez rigoureux pour arriver à une analyse exacte. Ce chimiste a proposé le même qui est fondé sur la propriété qu'a le carbonate d'ammoniaque, mis en excès dans un sel de bismuth, de redissoudre entièrement le précipité déjà formé. Voici l'opération faite de ce procédé par M. Laugier, à l'analyse d'un alliage de plomb et de bismuth.

Jaune, dit M. Laugier, par l'acide nitrique étendu d'eau, dissout à dissoudre entièrement les deux métaux. Je verse dans la dissolution du carbonate d'ammoniaque qui précipite d'abord les carbonates de plomb et de bismuth. En ajoutant un excès du précipitant, ce dernier se redissout complètement. On filtre, on lave avec du carbonate d'ammoniaque, afin d'enlever tout le bismuth qui pourrait, sans cette précaution, adhérer au carbonate de plomb. Enfin, lorsque l'on est certain qu'il ne peut plus y avoir de bismuth, on termine les lavages avec de l'eau tiède. Cette précaution est nécessaire pour dissoudre tout le carbonate d'ammoniaque employé aux lavages. On prend la liqueur alcaline, on la sature par un acide, puis l'on y verse de l'ammoniaque en excès; tout l'oxide de bismuth se précipite; on le recueille dans un filtre, on sèche et on pèse.

M. Stromeyer recommande la méthode suivante pour faire l'analyse des alliages de bismuth et de plomb.

On dissout l'alliage dans l'acide nitrique et on précipite le bismuth par la potasse caustique en excès, qui redissout l'oxide de plomb. On sature la liqueur alcaline d'acide acétique et on précipite le plomb par l'oxalate de potasse. Pour que l'oxide de bismuth soit pur, il faut que la dissolution ne renferme pas d'acide muriatique, parce que la potasse en précipiterait un sous-muriate qu'un excès d'alcali ne décomposerait pas.

M. Luby indique de son côté le moyen suivant de séparer le bismuth du plomb. On met dans la dissolution nitrique froide des deux métaux du carbonate de chaux, tant qu'il se produit de l'effervescence; le bismuth se précipite seul et l'est en totalité. A chaud, le plomb serait précipité en même temps.

D'après un travail de M. Rudberg sur la chaleur la tente de certains métaux et sur une propriété générale des alliages métalliques (Voir l'article *États et Poids*, p. 186), le plomb se solidifie à 235°, et le bismuth à 284°; et pour les alliages

de ces deux métaux, le point fixe est à 123° : c'est le point de fusion d'un alliage intermédiaire entre Pb, Bi et Pb Bi.

100. Bismuth et Potassium.

Fauquelin a trouvé qu'en calcinant le bismuth avec du tartrate acide de potasse, on obtenait un alliage de bismuth et de potassium. Il convient que le bismuth soit réduit en particules déliées.

M. Berzelius s'est depuis occupé de cet alliage, et recommande la manière suivante de le préparer. Phosphoriser ensemble 60 grammes de crème de tartre charbonnée, 120 de bismuth et de nitre; introduire dans un creuset, recouvrir d'une couche de noir de fumée; fermer soigneusement et chauffer dix heures.

L'alliage obtenu ainsi est très-riche en potassium; il est cassant; le plus petit fragment, coupé avec des ciseaux, étincelle. Dès qu'on le brise, il entre en fusion et brûle, en laissant pour résidu l'oxide sous forme de poudre verdâtre. Il décompose vivement l'eau. Il peut offrir, dans certaines circonstances, un excellent moyen de s'assurer si un gaz est parfaitement sec. Il suffit de faire passer sous la cloche contenant le gaz, placée sur le mercure sec, un très-petit fragment de cet alliage; la moindre humidité en détermine le tournolement.

Si au mélange ci-dessus on ajoute, au lieu de nitre, 10 à 12 grammes de noir de fumée ou de charbon ordinaire, on obtient un pyrophore qui, par le contact de l'eau, s'enflamme et éclate avec de petites salmnations. On peut s'en servir pour enflammer la poudre sous l'eau.

101. Bismuth et Rhodium.

Ces deux métaux sont susceptibles de s'unir l'un à l'autre. Par exemple, le rhodium fond très-bien avec trois fois son poids de bismuth. Ces deux métaux forment, suivant M. Berzelius, des alliages cassants; mais M. Dumas prétend qu'ils sont ductiles quand le rhodium y entre en petite quantité.

Quelque pur lui-même le rhodium ne se dissout point dans l'eau régale, il y devient soluble lorsqu'il est allié au bismuth. C'est une propriété remarquable de cet alliage.

102. Bismuth et Sélénium.

Le bismuth, d'après M. Berzelius, s'unit facilement au

silicium, avec un faible dégagement de lumière. L'alliage est fusible à la chaleur rouge, et doué d'une surface miroitante. Après le refroidissement, il se présente sous la forme d'une masse brillante, de couleur blanche argentine, et dont la cassure est très-fortement cristalline.

103. Bismuth et Sodium.

M. Serullas a constaté qu'en calcinant le bismuth avec du tartrate acide de soude, on obtient un alliage de bismuth et de sodium.

104. Bismuth et Tellure.

Le bismuth s'allie en toutes proportions au tellure, d'après M. Serullas.

M. Wéris a découvert le tellure de bismuth, à Soubiran près Schœnau, dans un granstein. On le trouve aussi dans la mine de Naslaue en Transylvanie. Ce minéral est d'un gris de plomb passant au blanc d'étain et tirant souvent au gris de fer, sa cassure est strée. Sa pesanteur spécifique est de 7,500; chauffé dans le tube fermé, il dégage un peu de tellure sous forme de fumée blanche; chauffé sur le charbon, il fond aisément en répandant une odeur sensible de soufre et de silicium, et en même temps il se développe des vapeurs blanches qui couvrent le charbon d'une auréole jaune très-pâle du bouton d'essai et d'une auréole jaune au-delà. La flamme du chalumeau se colore en bleu, et il reste un bouton métallique, cassant, blanc d'argent et qui se couvre d'une pellicule rougeâtre.

L'acide nitrique dissout aisément ce minéral; il est composé, selon M. Wéris, de

Bismuth.		0,5684	} 10,000.
Tellure.		0,3024	
Soufre.		0,0492	

Et il contient des traces de silicium. Sa formule est $\text{Bi}_2\text{S} + \text{Bi Te}^2$.

105. Bismuth et Tungstène.

Ces deux métaux peuvent s'unir l'un à l'autre.

M. L. Eliegaray ayant fait fondre dans un creuset 100 parties de bismuth avec 50 parties d'oxide jaune de tungstène, et une quantité convenable de charbon, ont obtenu

Alliages métalliques.

un bouton présentant une cassure qui, vers dans un certain jour, était brun-bleu avec éclat métallique, et dans un autre, d'une apparence terreuse et sans éclat; mais dans l'un et l'autre cas on y distinguait une infinité de petits creux sur toute la masse. Ce bouton était rude au toucher et représentait 68 parties.

M. Berzelius dit aussi que le bismuth forme avec le tellure une masse porcelaine, cassante, d'un aspect demi-métallique et de couleur brunitre.

Selon M. Berzélius,

115,74 bismuth. . 3 at.
5, 65 tungstène . 1 id.

chauffés dans un creuset braqué, à 150°, ont donné un calca pesant 15g, 90; il s'est dans volatilisé 6g, 5 de bismuth; le résidu était tapissé de grenilles. L'alliage devait contenir environ 0,50 de tungstène ou 1 atome pour 2 atomes de bismuth. — Il était bien fondu, compacte, gris-blanc, très-cassant, grenu au centre et lamelleux près de la surface.

106. Bismuth et Zinc.

D'après M. Gellert, le bismuth ne s'allie point au zinc.

Quand on fait fondre dans un creuset un mélange de ces métaux, le bismuth se dépose, parce qu'il a une plus grande pesanteur spécifique au fond du creuset, et le zinc recouvre le bismuth. En cassant, après le refroidissement, cette masse métallique, on remarque que les deux métaux sont séparés, isolés l'un de l'autre et qu'ils forment deux couches différentes superposées et assez adhérentes l'une à l'autre.

M. Berzelius paraît avoir adopté cette opinion de M. Gellert.

Cependant, Wallerius prétend qu'on parvient à combiner ces deux métaux en les faisant fondre ensemble, par parties égales, sous une couche de flux noir.

Bergmann se prononce également pour la possibilité d'une combinaison entre ces deux métaux, tout en reconnaissant que la principale difficulté d'opérer cette union consiste dans la plus grande pesanteur spécifique du bismuth qui l'attire vers le bas du creuset.

M. Rudberg admet la possibilité d'allier ces deux métaux. D'après un travail fait par ce chimiste sur le chaleur latente de certains métaux, et sur une propriété générale des alliages métalliques (voir l'article *Etain et Plomb*, p. 488), le bismuth

amalgâmes à 204°; le zinc à une température beaucoup plus haute que celle de l'ébullition du mercure; et pour les alliages de ces deux métaux, le point fixe est à 254°.

Mais, selon M. Fournet, les expériences de M. Rudberg présentent de l'incertitude relativement aux alliages de bismuth et de zinc. M. Fournet conclut des recherches qu'il a faites sur ce sujet, que ces deux métaux ne sont pas susceptibles de former de véritables alliages, ainsi que Crozier l'avait déjà reconnu.

En fondant ensemble

Bismuth.	1 gr.	. . .	476,75	{ 55,85
Zinc.	2 id.	. . .	16, 12	

on obtient 28g. 410 de bismuth imbibé d'un peu de zinc, et 13,280 de zinc, contenant probablement un peu de bismuth. La volatilisation n'est que de 0g.70.

167. Cadmium et Cuivre.

Ces deux métaux peuvent s'unir l'un à l'autre par la fusion.

100 parties de cuivre se sollicitent, à la chaleur rouge, 82,2 de cadmium, suivant M. Berzélius, 84,2 d'après M. Ténard, et seulement 45 selon M. Berthier. Cet alliage a une couleur blanche, tirant un peu au jaune clair; son tissu est lamellaire, à très-petites lames; il est très-dur, il l'est même encore d'une manière sensible quand le cadmium n'entre que pour un centième dans l'alliage. Exposé à une chaleur capable de fondre le cuivre, il laisse dégager tout le cadmium qu'il contient. Voilà pourquoi le laiton fabriqué avec des minerais de zinc où se trouve du cadmium est aussi bon que celui qu'on fait avec de la calamine pure; et c'est aussi par cette raison que la lutie, ou l'oxide de zinc qui se dépose dans les cheminées des fourneaux où l'on allie le zinc au cuivre, renferme aussi souvent une certaine quantité d'oxide de cadmium.

M. Berzélius a trouvé que les premiers produits oxydés, qui proviennent de la distillation de la calamine ou de la blende grillée à Bristol, contiennent jusqu'à 0,20 d'oxide de cadmium; leur couleur est le brun terreux.

M. Apjohn dit avoir rencontré 0,06 d'oxide de cadmium dans une scorie qui provenait du traitement d'une galène en Irlande.

108. Chrome et Cuivre.

Ces métaux peuvent s'allier.

D'après M. Berthier, l'alliage composé de

Cuivre. 0,312 2 at.

Chrome. 0,088 1 id.

est malléable et plus dur que le cuivre. Il a la même couleur que ce métal, et il prend un grand éclat lorsqu'on le polit.

109. Cobalt et Cuivre.

Ces deux métaux peuvent s'unir l'un à l'autre.

D'après M. Berthier,

15g, 85 cuivre métallique. 2 at.

9, 58 protoxide de cobalt. 1 id.

chauffés dans un creuset braqué, à 150° p., produisent un alliage composé de :

Cuivre. 0,682. 2 at.

Cobalt. 0,318. 1 id.

Cet alliage est compacte, ductile, tenace, d'un blanc un peu nuancé de rouge, susceptible de prendre un très-beau poli, fortement magnétique.

110. Chrome et Etain.

Ces deux métaux peuvent s'allier.

Selon M. Berthier, en chauffant dans un creuset braqué à 150° p., de l'étain avec de l'oxide de chrome mêlé de la quantité nécessaire de charbon pour le réduire, on obtient des alliages des deux métaux.

Celui qui contient

Etain. 0,309 4 at.

Chrome. 0,192 1 id.

est d'un blanc un peu gris, mou, mais moins que l'étain, demi-ductile, mais non susceptible d'être laminé. Sa cassure est grenue, d'un gris de fer; le colot est rempli de cavités tapissées de cristaux miculaires très-petits, et il est recouvert de cristaux semblables, à sa surface.

111. Cobalt et Étain.

Ces deux métaux s'unissent directement par la fusion ; on en peut aussi préparer leur alliage en fondant des mélanges d'oxide d'étain et d'oxide de cobalt avec du flux noir.

L'alliage qui en résulte est un peu ductile, blanc-bleuitre incluant légèrement au violet, et d'une texture grossière, à gros grains serrés.

Selon M. Berthier, l'alliage composé de :

Étain.	0,60	2 at.
Cobalt.	0,20	1 id.

est bien fusible à 60° p., d'un blanc grisâtre, tendre, se laissant couper au couteau ; il reçoit l'empreinte du marteau, mais il est très-cassant, à cassure inégale et cristalline. Il n'est pas du tout magnétique.

112. Cuivre et Étain.

Ces deux métaux sont susceptibles de se combiner par la fusion en toutes proportions. L'aspect et les propriétés de ces alliages varient suivant les proportions des deux métaux. Une petite quantité d'étain rend le cuivre jaunâtre et augmente sa ductilité, sans rien lui faire perdre de sa ténacité.

A mesure que la proportion d'étain augmente, l'alliage devient plus dur, plus cassant, plus cassant, plus cassant, plus cassant et d'un grain plus fin.

M. Meyer conclut de nombreuses recherches synthétiques, qu'il est un terme passé lequel, en augmentant toujours la dose de l'étain, l'aigreur de l'alliage diminue au contraire. Il est probable, dit-il, que l'alliage qui a le maximum de fragilité et de ductilité est l'alliage chimique, composé de 1 at. d'étain pour 2 at. de cuivre. Cet alliage est d'un blanc bleuitre et cristallin ; c'est celui que l'on emploie pour faire les miroirs de télescopes.

On opère la combinaison du cuivre avec l'étain, soit en petit, dans des creusets placés dans un fourneau ordinaire ou dans un fourneau de forge, etc., ou en grand, dans des fours à réverbère, pour la fonte de gros objets comme canons, statues, chaises, etc.

Dans tous les cas, il faut tenir long-temps ces deux métaux en fusion et bien agiter la matière dans cet état en la bousillant

fréquemment pour que le mélange en soit bien exact, autrement la plus grande partie de l'étain surraie, et la plus grande partie du cuivre reste au-dessous. Il en résulte alors deux alliages différents : l'un composé d'une grande proportion de cuivre combiné avec une petite quantité d'étain, l'autre d'une grande proportion d'étain allié avec une petite quantité de cuivre.

On désigne généralement ces alliages sous les noms d'airain ou de bronze. Ils sont d'une grande utilité dans les arts.

Les principaux bronzes sont :

Le bronze monétaire ;

Le bronze des canons et le bronze statuaire ;

Le métal des cloches et des timbres d'horlogerie ;

Celui des tintans et des cymbales ;

Et enfin l'alliage des miroirs de télescopes.

Nous nous en occuperons successivement, après quelques généralités.

Le bronze est toujours plus dur et plus solide que le cuivre. Il est légèrement malléable quand il contient 85 ou 90 pour cent de cuivre. Il s'oxide fort lentement à l'air humide et corrodé très-bien, sous ce rapport, à une foule d'usages.

La densité du bronze est supérieure à la densité moyenne des deux métaux dont il est formé ; l'expérience suivante en fournirait un exemple frappant.

Prenez un moule convenable, coulez deux balles de cuivre pur et deux balles d'étain pur ; mettez les deux premières dans un creuset ; quand elles seront en fusion, ajoutez-y les deux secondes. Coulez le mélange dans le même moule, au lieu de quatre balles, vous ne pourrez plus en faire que trois. La quantité de métal est exactement la même dans les deux cas, mais l'alliage est plus compacte que les deux métaux pris séparément.

Il est rare pourtant que le bronze moulé présente son maximum de densité ; la cristallisation (et il est à remarquer que l'étain a une tendance toute particulière à la cristallisation quand il contient $\frac{1}{100}$ de cuivre), les soufflures dérangent sa texture et produisent des vides qui rendent la densité apparente plus faible que la densité réelle.

M. Bréche a fait à ce sujet quelques expériences en cherchant à éviter ces causes d'erreurs. En voici les résultats :

Alliage formé de 100 de cuivre, plus	densité observée.	densité calculée.	différence.
4 Etain. . . .	8,72. . .	8,74. . .	0,02.
6.	8,78. . .	8,71. . .	0,07
8.	8,76. . .	8,68. . .	0,08
10.	8,76. . .	8,66. . .	0,10
12.	8,80. . .	8,63. . .	0,17
14.	8,81. . .	8,64. . .	0,20
16.	8,87. . .	8,60. . .	0,27
22.	8,83. . .	8,43. . .	0,40
100.	8,79. . .	8,66. . .	0,14

Si ces nombres sont exacts, il est évident que la contraction croît avec la quantité d'étain. Mais il ne faut pas, dit M. Berzelius, auquel nous empruntons ces observations, se faire illusion sur la portée de ces résultats, car ils prouvent seulement que le bronze devient plus homogène et prend un grain plus fin à mesure qu'on augmente la quantité d'étain. Pour déterminer le point où l'augmentation de densité atteint véritablement son maximum, il faudrait réduire préalablement en poudre fine les alliages qu'on voudrait peser, afin de détruire l'effet variable de la texture.

Prosemonditaire et pour médailles.—M. Claudet a fait, en 1817, sur l'invitation de M. Berzelius, des recherches tendantes à retrouver l'art de fabriquer les médailles celtiques, que les Gaulois avaient possédés et qui s'était perdue par la suite des temps.

M. Claudet fit d'abord quatre alliages de cuivre et d'étain dans les proportions suivantes :

Cuivre. . . .	98.	Etain. . . .	2
idem. . . .	93.	idem. . . .	7
idem. . . .	84.	idem. . . .	16
idem. . . .	72.	idem. . . .	28

Dans le but de voir avec laquelle de ces proportions d'étain le cuivre conserverait assez de ductilité pour subir l'action du balancier sans gercer.

Ces alliages, faits avec du cuivre pur et de bon étain, se sont trouvés tous plus ou moins agités sous le marteau, n'ont pu se forger ni à chaud ni à froid, et ont tous plus ou moins gercé par l'action du laminier.

Ayant coulé des médailles avec ces alliages, d'après les procédés ordinaires de moulage en sable, et les ayant sou-

mis au balancier, l'expérience démontre l'impossibilité de pousser au-delà de 4 au cent la proportion de l'étain, puisqu'à 5 les médailles gercat déjà; d'autres inconvénients viendraient encore se joindre à celui-là.

M. Chaudet essaya alors de s'écarter de la routine des mouleurs en sable et imagina de ne point se servir de cette matière et de faire ses moules tout-à-fait d'os calcinés, pilés, lessivés et séchés. Ce moyen lui réussit très-bien; il coula ainsi, avec l'alliage contenant 4 au cent d'étain, des médailles infiniment plus belles, ayant aussi plus de dureté et offrant encore d'autres avantages importants sous le rapport de leur fabrication.

M. A. de Puymaurou s'est livré aussi à des recherches nombreuses sur les alliages les plus propres à la fabrication des médailles. Il est parvenu à en faire de très-belles avec un alliage de 100 de cuivre et de 7 à 11 d'étain. Ces médailles résistent long-temps à l'action de l'air et de l'humidité; tandis que celles de cuivre sont attaquées en peu de jours.

D'après M. Duress, le bronze propre à cette fabrication peut varier dans des limites fort larges :

Pour 100 de cuivre on peut, dit-il, y faire entrer de 4 à 17 d'étain. Cependant il admet qu'on réussit mieux avec 7 ou 11 d'étain. Avec une moindre quantité d'étain, l'alliage est trop mou, et une plus forte proportion d'étain le rend trop fragile.

Évents des canons. — On ne s'accorde point, dans les différents pays, sur les meilleures proportions d'alliage de cuivre et de l'étain, pour la fabrication des bouches à feu. De nombreux changements, des propositions multipliées ont eu lieu en France sous ce rapport. On en trouvera une énumération assez complète dans un livre que nous avons publié en 1827, sous le titre : *Recherches sur la matière à canon et sur quelques nouveaux alliages métalliques.*

Nous nous bornerons à mentionner ici la proportion qui a prévalu et qui est généralement usitée maintenant dans nos fonderies. C'est celle de 100 parties de cuivre et 11 parties d'étain.

Nous y ajouterons l'indication suivante de la composition du bronze pour bouches à feu, chez les principales nations de l'Europe :

En Espagne. . .	11 d'étain p.	$\frac{2}{10}$ de cuivre raffiné,
En Russie. . .	}	10 d'étain p.
En Prusse. . .		
En Suède. . .		

En Angleterre. . . 12 $\frac{1}{2}$ d'étain p. $\frac{2}{3}$ de cuivre.

D'après M. Mackenzie, ce serait 10 d'étain pour
50 de cuivre.

Et selon M. Thomson, de 8 à 12 d'étain p. $\frac{2}{3}$ de cuivre.

En Autriche. }
En Belgique. } . . 10 d'étain p. $\frac{2}{3}$ de cuivre.

En Danemark. . . 100 de cuivre, 10 d'étain et $\frac{1}{8}$ liv.
de zinc.

Voici, d'après M. Thénard, la description du bronze composé de 11 d'étain p. $\frac{2}{3}$ de cuivre :

Solide, jaunâtre, plus dense que ne l'est la moyenne des métaux qui le constituent; plus tenace, plus dur et plus fusible que le cuivre; légèrement malléable; abandonnant et laissant couler une partie de l'étain qu'il contient, lorsqu'on l'expose à une chaleur de 400 à 500 degrés; sans action sur le gaz oxygène sec à la température ordinaire, mais susceptible à cette température de se couvrir peu à peu, dans son contact avec l'air libre et humide, d'une couche verte de sous-carbonate de cuivre hydraté; néanmoins les statues de bronze se maintiennent depuis long-temps aux intempéries de l'atmosphère; se convertit en oxide par la calcination; n'existe point dans la nature.

M. Berzelius remarque, à l'occasion du bronze suédois, et cela est également applicable au bronze français, que si l'on abandonne cet alliage à un refroidissement lent, l'étain se sépare du cuivre. Aussi, lorsqu'on brise la masselotte après la fonte du canon, on observe que la surface de la cassure présente un mélange purement mécanique d'étain et de cuivre; et quand on chauffe la masse jusqu'au point de fusion de l'étain, celui-ci s'écoule et il reste une masse poreuse, qui est du cuivre contenant moins d'étain.

M. Dumas considère comme le plus grand défaut des bronzes à feu de bronze, ce partage qui s'établit dans l'alliage au moment du refroidissement de la matière. Il en résulte en effet des grains d'alliage plus riches en étain, et par conséquent assez fusibles pour se liquéfier au moment de l'explosion de la poudre. Il est de plus constaté, dit-il, par un grand nombre d'expériences, que le même alliage ne couvrait point à tous les calibres.

Pour les pièces de 8 et au-dessous, il paraît que la meilleure proportion est celle de 100 de cuivre pour 8 d'étain. Pour les

pièces de 12 et au-dessus, il faudrait préférer l'alliage ordinaire de 100 de cuivre pour 11 d'étain.

Notre ouvrage de 1827, précité, contient également à cet égard, comme pour tout ce qui concerne les bouches à feu de bronze, des développements auxquels nous croyons devoir renvoyer, attendu qu'ils ne nous paraissent point de nature à être compris dans le cadre de cet ouvrage.

Le bronze est plus sonore que le fer, d'où il suit que le bruit des canons de bronze est beaucoup plus considérable que celui des canons de fonte de fer.

Il se manifeste presque toujours dans le bronze des taches plus ou moins blanches qui ne sont pas formées d'étain pur comme on l'avait cru d'abord, mais bien d'étain cuivreux. On trouve effectivement dans la matière qui produit les taches, de 0,46 à 0,27 d'étain, et 0,84 à 0,73 de cuivre; mais en triant la matière avec soin pour en extraire la partie la plus blanche et la plus brillante, M. Meyer a trouvé dans cette partie 0,58 d'étain, proportion qui s'approche beaucoup, observe-t-il, de 0,5435 que renfermerait l'alliage, à 1 ^{at.} d'étain pour 2 ^{at.} de cuivre. Il paraît donc, dit M. Meyer, que c'est ce dernier alliage qui se forme réellement; et il y a tout lieu de penser que c'est la seule combinaison chimique qui puisse exister entre ces deux métaux, et que tous les alliages utiles dans les arts ne sont que des mélanges de cette combinaison avec un excès de l'un des deux métaux.

On remarque, selon M. Meyer, qu'il ne se forme pas de taches blanches dans les alliages qui contiennent moins de 0,8 ou plus de 0,46 d'étain, et qu'en général, dans les pièces de bronze, l'étain s'accumule dans l'axe et dans les parties inférieures.

Bronze des statues. — Il est le même, du moins en France, que celui des bouches à feu. Cet alliage vaut mieux, pour cet usage, que le cuivre pur. Ce métal, en coulant dans les moules, se solidifie trop promptement et ne peut en prendre les formes d'une manière assez exacte. Il n'a d'ailleurs pas une dureté suffisante.

La bronze des armes comme celui des canons se prépare, à une haute température, dans des fourneaux à réverbère, d'où on le fait couler, en temps opportun, dans des moules convenables.

Bronze ou métal des machines. — Ce bronze est plus chargé d'étain que ne l'est celui des canons et des statues.

Voici les proportions les plus usitées pour sa préparation :

D'après M. Berthollet,	90	à 25	d'étain pour	100	de cuivre.
Méchain et Thénard,	33,	35	d'étain pour	100	de cuivre.
Thénard,		32	d'étain pour	78	de cuivre.
Davy,			idem.		idem.
Dumas,			idem.		idem.

C'est, comme on le voit, un alliage très-variable, mais dans lequel on doit chercher, suivant M. Dumas, à s'écarter le moins possible des proportions adoptées pour les canons et lesymbales dont il sera question plus loin. Mais il faut augmenter, dans le chargement du fourneau, la proportion d'étain, pour considérer aux effets de l'oxidation, et celle-ci, variable avec la conduite du feu, ramène l'alliage à un titre qui est loin d'être constant. Le plus habituellement il est de 90 d'étain pour 100 de cuivre. De plus, comme il est rare que les cloches soient fabriquées avec des métaux purs, on doit s'attendre à y rencontrer assez souvent des métaux blancs, autres que l'étain, et principalement du plomb et du zinc, provenant d'une soule de débris d'ustensiles de ménage en filon, en cuivre étamé ou en cuivre portant des conductes, qui entrent toujours dans les matériaux de l'alliage. L'addition de ces métaux nuit plus ou moins, mais le plomb est encore plus à redouter que le zinc.

Pendant la révolution française, on fut obligé, pour fabriquer des canons, d'extraire le cuivre du métal des cloches, et on s'assura que les métaux blancs formaient toujours au moins 15 centièmes du poids de l'alliage et au plus 25 centièmes.

L'alliage le plus usité, celui de 32 d'étain et 78 de cuivre, pesante, d'après M. Thénard, les caractères suivans :

Solide, à grains fins et serrés, d'un blanc-gris; cassant lorsqu'il est refroidi lentement; malléable dans le cas contraire; un peu plus fusible, et se comporte de la même manière que le bronze des canons avec le gaz oxygène et l'air.

On peut ajouter qu'il est plus dur, plus sonore et plus élastique que le bronze des canons.

Les métaux sont allés au feu à réverbère, et coulés comme pour la fabrication des bouches à feu.

Les timbres d'horlogerie, les sonnettes d'appartement, ont en général la même composition que les cloches. Cependant ils contiennent quelquefois un peu plus d'étain et un peu

moins de cuivre que ces derniers; et il passait, d'après M. Watton, qu'on fait entrer un peu de zinc dans les plus petits timbres, comme ceux des montres.

Bronze ou métal des tamtams et des cymbales. — L'alliage des tamtams a été souvent analysé. On y a toujours trouvé 78 de cuivre et 22 d'étain. Sa densité est de 8,845.

Celui des cymbales a été l'objet d'un grand nombre d'expériences faites par M. Darceet, qui a trouvé pour la composition moyenne d'un grand nombre de ces instruments, 80 de cuivre et 20 d'étain.

On tirait autrefois, à grands frais, les tamtams et les cymbales de la Chine et de la Turquie, et les essais de fabrication de ces instruments, faits en France, sont restés d'abord infructueux, parce que, comme on pouvait s'y attendre, l'alliage se brisait par le choc. Mais M. Darceet, qui s'est beaucoup occupé de ces recherches, a enfin trouvé la solution du problème. Elle repose sur une propriété remarquable du bronze, dont la découverte est due à ce célèbre chimiste. C'est que le bronze devient très-malléable par la trempe.

Prenez deux petits lingots refroidis lentement, l'un de métal de canon, l'autre de métal de cloche: le premier sera légèrement ductile, le second sera cassant; faites-les rougir au feu et plongez-les dans l'eau froide; tous deux présenteront une cassure qui sera jaunâtre au lieu d'être d'un blanc grisâtre comme d'abord, et acquerront la propriété de pouvoir être forgés. Cette observation importante a mis à même de fabriquer en France, avec succès, les cymbales et les tamtams, pour lesquels on était précédemment tributaire de l'étranger. En effet, lorsqu'on examine ces instruments, l'on reconnaît qu'ils ont été travaillés au marteau. Il faut donc que d'abord ils soient coulés, puis chauffés au rouge et plongés dans l'eau froide. Devenus malléables par la trempe, ils reçoivent la forme qu'ils ont, après quoi, sans doute, on les chauffe de nouveau jusqu'à un certain point, et on les laisse refroidir tranquillement pour les rendre plus ou moins aigres et leur donner beaucoup de sonorité.

M. Darceet a doté l'école de Châlons du nouvel art dont il a enrichi l'industrie française.

Voilà l'idée que l'on doit se faire de la fabrication de ces instruments. On coule une pièce moulée en sable, en pâte ou en fonte, avec un alliage composé de 0,80 d'étain et 0,20 de cuivre. Cette pièce, sortie du moule, est ébarbée: on la

trempé comme on le fait pour l'acier. Si la pièce s'est voilée en la plongeant, étant rouge, dans l'eau froide, on en rectifie la forme au moyen du marteau, et on la plane à petits coups. On lui donne le ton convenable, soit primitivement en forgeant plus ou moins la trempe, soit ensuite en réchauffant la pièce par un martelage suffisant; ou la grille au moyen d'un tour mal centré, comme on le fait pour les chaudières, et l'instrument est alors terminé.

On a aussi mis à profit la ductilité de l'alliage d'étain et de cuivre, par la trempe, pour fabriquer des axes très-bien frappés et très-durs, destinés aux colonies françaises.

Non trempé, l'alliage des canons est d'un blanc gris, à grains fins et serrés, cassant et plus faible que le métal des canons.

Il résulte aussi d'expériences faites sur la trempe du bronze, par M. Dumasney, que cette opération a la propriété d'augmenter la flexibilité, la malléabilité, et, selon les cas, la ténacité des alliages de cuivre et d'étain coulés en plaques minces, d'en modifier le son et la couleur; mais qu'elle en diminue toujours la dureté et la densité. Au-delà de 4 à 5 lignes d'épaisseur, la trempe commence à altérer la résistance des objets coulés en bronze, et cela d'une manière d'autant plus marquée, qu'ils ont plus de volume et qu'ils proviennent de masses plus considérables.

Il ne paraît y avoir d'exception que pour ceux composés de 15 à 20 d'étain sur 80 à 85 de cuivre, lesquels gagnent encore à la trempe après 8 lignes d'épaisseur.

Les alliages trempés et détrempés perdent de leur ténacité, de leur dureté et de leur densité primitives, et cela en raison de la quantité d'étain qu'ils contiennent. Par exemple, un alliage composé de 75 de cuivre et 25 d'étain, se fendille et se brise souvent pendant l'opération.

L'alliage formé de 5 atomes de cuivre pour 1 atome d'étain, ce qui correspond à 100 parties de cuivre pour 25 parties d'étain, est celui qui supporte le mieux la trempe. Sa ténacité augmente toujours par cette opération, quelle que soit l'épaisseur du lingot, ce qui n'a pas lieu pour les autres alliages du cuivre avec l'étain, comme on vient de le voir.

Les alliages chauffés et refroidis lentement présentent toujours un peu moins de dureté et de densité qu'avant; mais ils ont quelquefois un peu plus de ténacité, particulièrement lorsque la pesanteur spécifique est considérable et

qu'ils proviennent de la base d'objets de fortes dimensions.

Bronze ou métal des miroirs de télescopes.—C'est un alliage formé, suivant MM. Tcherné, Dumas et autres chimistes, d'environ 1 d'étain et 3 de cuivre. Il est d'un blanc d'acier, très-dur, très-cassant, et susceptible d'un beau poli.

M. Thomson indique d'après M. Hodge, comme étant les meilleures proportions de cet alliage, celles de 52 parties de cuivre et de 14,5 parties d'étain.

M. Edwards assure que du cuivre d'espèces diverses exige des doses différentes d'étain pour produire la blancheur la plus parfaite. Si la dose d'étain est trop petite, défaut auquel on apporte le plus facilement remède, la composition sera jaunâtre; si la proportion d'étain est trop grande, la composition sera d'un gris bleu et d'un aspect mat.

On se sert souvent, pour le même usage, d'autres compositions que nous indiquerons également en leur lieu et place.

Klaproth ayant eu occasion de faire l'analyse d'un échantillon de miroir ancien, le trouva composé de :

62 cuivre
32 étain
6 plomb.

100.

Mais il considère la présence du plomb comme accidentelle. Cet alliage, très-dur, est d'un blanc d'acier et susceptible d'un beau poli.

Bronze ou métal des armes des anciens.—Les anciens, qui ignoraient l'art de travailler le fer et l'acier, fabriquaient leurs armes et leurs outils avec un alliage de cuivre et d'étain. Il était composé, selon M. Dumasney, de 100 parties de cuivre et 14 d'étain.

Cependant un poignard, d'après l'analyse qu'en a faite M. Mitsch, s'est trouvé formé de 83 $\frac{1}{2}$ cuivre et 16 $\frac{1}{2}$ étain.

Les expériences faites par M. Dumasney sur l'écorrosion des alliages de cuivre et d'étain ont d'ailleurs fourni une preuve nouvelle que cette opération augmente beaucoup la dureté et la densité de ces alliages, et leur communique, sous certains rapports, des qualités qui les rapprochent assez de l'acier.

Quelques outils faits avec l'alliage de 14 d'étain sur 100 de cuivre, forerets et aiguilles à la manière des anciens, ont offert un taillant d'une bonne résistance, et préférable, au

des des cannières, à celui fait avec quelques espèces d'acier.

Cette propriété, qui n'est peut-être pas encore assez connue dans les arts, pourrait, suivant M. Dumassey, rendre cet alliage plus général, et permettre de l'employer avec plus de succès à la fabrication des découpoirs, emporte-pièces et autres objets semblables. Mais il est à observer que l'on ne doit craindre que la partie qui est destinée à couper, et seulement jusqu'à ce qu'elle commence à se gercer aux angles ; car autrement on rendrait l'objet trop cassant.

Mais si l'érouissage augmente la dureté et la densité des métaux, il en diminue aussi considérablement la ténacité ; aussi que les ouvrages en bronze, convenablement éroulés et ensuite recuits, offrent au contraire beaucoup plus de résistances qu'espérant.

Érouce pour pièces de frottement. D'après M. Ed. Kerschlin, qui a fait des essais de ce genre, l'alliage de cuivre et d'étain qui sert souvent dans la construction des pièces destinées à éprouver un grand frottement, pourrait servir d'un usage très-étendu dans les ateliers. M. Kerschlin l'a substitué au laiton et à la fonte de fer. Il doit être préféré pour couler les pièces qui sont très-fragiles. Sa ténacité et la douceur de son frottement ne peuvent être surpassées que par celles de l'acier. Il se travaille très-facilement au tour et à la lime ; les métaux qui le composent n'étant pas volatils, il ne donne que 2 p. $\frac{1}{2}$ de perte à la refonte, de sorte que les pièces ainsi recoulées se remplacent sans autres frais que ceux de la main-d'œuvre et du combustible. A cet avantage il joint celui de la modicité du prix.

En le formant de 9 parties de cuivre rouge et de 1 partie d'étain, il coûte brut 1 fr. 15 c. et 1 fr. 40, y compris la force, la livre suisse.

Or de Mannheim ou similor. — Pinchbeck, etc. — On utilise également certains alliages de cuivre et d'étain dans la fabrication de la grosse bijouterie.

Ainsi, le similor se compose, dit-on, de

Cuivre. 3 onces $\frac{1}{2}$ (10 décag. 706).

Bronze ordinaire. $\frac{1}{2}$ once { 1 — 530}.

Étain pur. . . 45 grains { 7 décig. 970}.

et le Pinchbeck, de

Bronze ordinaire. 4 onces { 3 décag. 650}.

Cuivre pur. 1 $\frac{1}{2}$ ou 2 onces { 4 décag. 889 à 6 décag. 418}.

Soudure forte. — Boutons blancs. — L'alliage de ces deux

métal, composé de 2 parties de cuivre et 1 partie d'étain, peut aussi être employé avec avantage comme soudure forte, dont les artistes se servent entre autres pour souder le cuivre sur le cuivre, ou le fer sur le cuivre. Selon M. Giroud, ingénieur des mines, on peut employer à cet usage le résidu métallique de l'alliage du métal des cloches; ce résidu contenant à peu près vingt-cinq pour cent de son poids d'étain et le reste de cuivre; M. Giroud le désignait sous le nom de *spéa*. Il le jugeait encore susceptible d'autres applications dans les arts, comme par exemple pour la fabrication de boutons blancs métalliques, et d'autres objets de quincaillerie en fer blanc.

L'expérience a prouvé que dans la doublage des vaisseaux, l'usage des feuilles de bronze est à peu près moitié moindre que celle du cuivre rouge. Le bronze qu'on lamine pour cet usage à Ynphy, est composé de :

Cuivre.	0,91	½	1,00
Étain.	0,09	½	

Voici encore, d'après M. Margraf, les résultats obtenus par l'alliage de diverses proportions de cuivre et d'étain.

Alliage. Cuivre. Étain.		Observations.
N° 1. . . 100 . . 100	.	Il s'oxide un peu d'étain pendant la fonte. L'alliage est cassant, blanc-grisâtre. La lime l'entame.
N° 2. . . 100 . . 50	.	Il s'oxide un peu d'étain. L'alliage est cassant, blanc, à cassure unie. C'est le métal des miroirs de télescope.
N° 3. . . 100 . . 33	.	L'étain s'oxide peu. L'alliage est blanc, cassant, à cassure unie; la lime l'attaque.
N° 4. . . 100 . . 25	.	La cassure est grenue; la couleur blanc-jaunâtre; l'alliage est cassant, mais se laisse limer. C'est le métal des éjectes et des tampons.
N° 5. . . 100 . . 20	.	L'alliage est cassant, à cassure grenue. La lime l'entame; la couleur est jaune.
N° 6. . . 100 . . 16	.	Un peu malléable. Cassure grenue. Couleur jaunâtre. Se laisse attaquer par la lime.

Alliage.	Cuivre.	Étain.	Observations.
N° 7. . .	100 . .	14	Plus facile à limer que le N° 6; plus malléable, de couleur plus jaune et à cassure plus grasse.
N° 8. . .	100 . .	12,5	Dur, mais un peu malléable; de couleur jaune-rougâtre; à cassure d'un grain plus fin que le N° 7.
N° 9. . .	100 . .	11	L'alliage est sonore, à cassure grasse; rougeâtre; la lime l'entame. C'est le métal des sonnet.
N° 10. . .	100 . .	10	Comme le N° 9.
N° 11. . .	100 . .	9	Comme le N° 9; plus rouge, plus facile à limer, d'un grain plus fin.
N° 12. . .	100 . .	8	Rouge-jamâtre; à grain fin; un peu malléable, se laisse limer. C'est à peu près le bronze des médailles et des monnaies.

Pour que l'étain ne s'allie pas fortement, il faut que l'alliage contienne 3 atomes de cuivre pour un atome d'étain (N° 4).

L'alliage le plus sonore résulte de 3 atomes de cuivre pour 1 atome d'étain (N° 4).

Enfin l'alliage se devient décidément jaune que lorsqu'on unit 12 atomes de cuivre à 1 atome d'étain (N° 6).

Il paraît aussi que le grain de l'alliage devient plus fin à mesure que la proportion de l'étain diminue.

D'après M. Berthier, l'alliage composé de :

Cuivre. . . .	0,764 . . .	6 at.
Étain. . . .	0,236 . . .	1 id.

est d'un blanc très-légèrement rosé et très-éclatant, cassant, à cassure conchoïde et unie, présentant quelques indices de cristallisation.

L'alliage composé de :

Cuivre. . . .	0,603 . . .	4 at.
Étain. . . .	0,396 . . .	1 id.

est d'un gris un peu bleuâtre, très-éclatant, à cassure inégale.

M. Chaudet a fait également des expériences intéressantes

concernant une série d'alliages de cuivre et de l'étain, dont les proportions sont indiquées ci-après :

Alliages. Cuivre. Étain.

Observations.

N° 1. . . . 75 . . 25 Cet alliage, dans lequel le cuivre était à l'étain comme 3 : 1, se brisa en plusieurs morceaux, du premier coup de marteau, et se mit facilement en poudre. Sa couleur était rose et assez semblable à la couleur de quelques échantillons de bismuth. Sa pesanteur spécifique, prise avec soin, se trouva être de 8,879; l'eau distillée étant prise pour unité.

N° 2. . . . 50 . . 50 Cet alliage, à parties égales, se mit également en poudre sous le marteau ; quelques portions cependant se laissèrent aplatis, et il était sensiblement moins dur que le premier. Sa couleur était d'un blanc bleuâtre, qu'on ne peut mieux comparer qu'à celle du zinc. Sa pesanteur spécifique était de 8,463.

N° 3. . . . 25 . . 75 Cet alliage, dans lequel le cuivre était à l'étain comme 1 : 3, et qui présentait à sa surface une cristallisation fortement prononcée dans laquelle on distinguait des rudiments d'étoiles, soumis à l'action du marteau, s'aplatit d'abord, mais finit par se gercer fortement et se briser tout-à-fait. Sa couleur était d'un blanc-bleuâtre, sa cassure extrêmement fibreuse, et sa pesanteur spécifique de 7,845.

N° 4. . . . 10 . . 100 Cet alliage, dans lequel il existait 10 parties d'étain contre une de cuivre, s'aplatit sous le marteau en se gerçant fortement, mais sans se briser, et supporta l'action

Alliage: Cuivre. Etain.

Observations.

du laminier. Sa pesanteur spécifique était de 7,472.

N° 2. . . . 3 . . 100

Cet alliage, dans lequel il existait 20 parties d'étain contre une de cuivre, donna un culot qui gerça fortement sous le marteau, et que néanmoins on parvint à laminier très-mince, sans perte.

N° 3. . . . 5 . . 125

Cet alliage, dans lequel il existait 25 parties d'étain contre une de cuivre, se laissa laminier mince.

En soumettant ces divers alliages à l'action de l'acide hydrochlorique, M. Chaudet a reconnu que cet acide est le meilleur réactif qu'on puisse employer pour découvrir les plus petites traces de cuivre allié à l'étain.

M. Chaudet, par une autre série d'expériences, a constaté aussi que la coupellation était également un moyen fort efficace pour signaler la présence du cuivre.

Ayant préparé quatre alliages de cuivre et d'étain dans les proportions suivantes :

Cuivre.	Etain.
25	75
40	60
5	95
1	99

Il a placé successivement tous ces alliages dans une coupelle rouge, et ses essais lui ont fait voir qu'en opérant à une température élevée, on peut, par le couleur rose que prend la coupelle qui a contenu l'alliage du cuivre et de l'étain, reconnaître quelques centièmes de ce premier métal.

Les alliages de cuivre et d'étain se décomposent facilement par lixivation : ils ont même, selon M. Berthier, une grande tendance à se décomposer, pendant qu'ils sont en fusion, en deux autres alliages, l'un avec excès d'orcin qui surnage, et l'autre dans lequel le cuivre domine beaucoup, et qui tombe au fond. Il est difficile à cause de cela de les obtenir parfaitement homogènes.

Le cuivre et l'étain peuvent être facilement séparés l'un de l'autre par le procédé qui a été employé pendant la révolution française pour exploiter le métal des cloches. Ce

procédé, imaginé par Fourcroy, perfectionné ensuite par MM. Anfray et Lacour, et en dernier lieu, par M. Bréant, est fondé sur la propriété que l'étain d'être plus fusible et plus calidable que le cuivre.

En soumettant le métal des cloches, ou tout autre alliage analogue, à une calcination assez prolongée dans un fourneau à réverbère, il se forme des scories qui renferment beaucoup d'étain et peu de cuivre. On ne peut ainsi transformer le métal des cloches en bronze, et même obtenir du cuivre éticé à quelques centièmes d'étain seulement.

MM. Anfray et Lacour réussirent si bien à opérer la séparation de ces deux métaux dans le métal des cloches, que dans l'espace de quelques années ils versèrent dans le commerce plusieurs centaines de milliers de kilogrammes de cuivre et d'étain. Cependant ils finissent par obtenir des scories tellement chargées de terre qu'ils les abandonnaient. Ces scories furent ensuite traitées avec succès par M. Bréant, en appliquant la lixiviation aux alliages de cuivre et d'étain.

M. Pelletier a fait voir que l'on peut parvenir aussi au même but que le procédé Anfray et Lacour, en brulant l'alliage fondu avec du peroxyde de manganèse qui oxyde l'étain avant le cuivre.

Selon M. Berthier, les alliages de cuivre qui contiennent beaucoup d'étain ne peuvent pas être essayés par le raffinage, parce que ce métal forme des scories infusibles qui enveloppent le bouton et s'opposent à l'action de l'air; il faut nécessairement pour ces sortes d'alliages avoir recours à la voie humide.

Dans les laboratoires, l'analyse du bronze se fait par l'acide nitrique.

Cuivre étamé. — L'étamage du cuivre consiste à appliquer sur ce métal une couche très-mince d'étain.

D'après M. Ténard, cette couche ne serait point unie au cuivre, mais seulement superposée. M. Berzelius pense qu'il y a plus qu'un simple contact, attendu que l'étain se combine, selon lui, avec le cuivre à une température bien inférieure à celle qui est nécessaire pour fondre le cuivre seul, et que c'est sur cette propriété qu'est fondée la méthode d'étamage des vaisseaux de cuivre.

Quoi qu'il en soit, voici comment on procède.

On commence par désoper ou désoxyder la pièce de cuivre, en la saupoudrant de sel ammoniac (chlorhydrate d'ammoniaque), la chauffant et la frottant avec ce sel au moyen d'une

écoupe. Lorsque le cuivre est devenu très-brillant, on met une quantité d'étain convenable sur cette pièce, en ayant soin de la tenir toujours sur le feu. Bientôt celui-ci entre en fusion : alors on frotte par le frottement sur toute la surface de la pièce de cuivre, et l'on continue de frotter jusqu'à ce que l'étamage soit achevé. Quelquefois on ajoute une petite quantité de résine pour prévenir l'oxydation de l'étain. Mais l'étamage, même le mieux fait, n'est pas de longue durée et a besoin d'être renouvelé de temps à autre.

Nous ferons connaître ailleurs un étamage plus solide que celui-ci.

Pour de petits objets on emploie un autre procédé d'étamage. Le voici :

Quelques l'étain précipite le cuivre de ses dissolutions dans les acides, on peut cependant précipiter l'étain sur du cuivre et recouvrir ce dernier d'étain, ainsi que le prouve l'étamage des épingles.

On dissout de l'étain dans un mélange d'une partie de tartre acide de potasse, de deux d'alun, de deux de sel marin et d'une certaine quantité d'eau, et on y introduit les épingles. Quelque temps qu'on laisse les épingles dans cette liqueur, elles ne s'étament pas. Mais si l'on y met un petit morceau d'étain, toutes les épingles qui sont en contact les unes avec les autres, s'étament. Si aucune épingle n'est touchée par l'étain, l'étamage ne s'opère pas. On s'aperçoit aisément que c'est là un phénomène électro-chimique, dû au contact de l'étain avec le cuivre. L'étamage réussit aussi avec de l'alun sans tartre; mais la couleur des épingles devient d'un blanc mat, semblable à celui de l'argent, dont la surface a été affaiblie par l'ébullition avec le tartre.

On peut, à l'aide du procédé suivant, étamer aussi de petits objets en fer, en cuivre ou en laiton.

On mêle de l'alun, du tartre et du sel marin dans la proportion qui vient d'être indiquée pour les épingles; on ajoute au mélange un peu de sel d'étain (chlorure d'étain); puis on met une petite bande de zinc en contact avec l'objet qu'on veut étamer, et on les introduit tous deux dans la liqueur. Après quelques instants, l'étamage est achevé, surtout quand la liqueur a été employée à chaud. Si la surface est mate et qu'on veuille la rendre brillante, il suffit de la frotter avec un linge après l'avoir lavé avec de l'eau. Cet étamage empêche les métaux de s'oxyder à l'air.

113. Calcium et Fer.

Ces deux métaux peuvent s'unir l'un à l'autre, mais pas directement à ce qu'il paraît, car M. Berzelius n'a pu parvenir à produire un alliage bien prononcé de fer et de calcium, en faisant fondre un mélange de chaux, de charbon en poudre et de limaille de fer.

M. Stuché a fait aussi beaucoup d'expériences sur ces deux corps fondus ensemble dans des creusets. Le régule devenait toujours aigre et rouillerie; mais on ne sait pas si le fer était chargé de calcium.

Cependant, M. Karsten a souvent trouvé du calcium dans le fonte, mais jamais dans le fer ductile.

D'après ce métallurgiste, le calcium se conduit en quelque façon, à l'égard du fer, comme les métaux alcalins; comme eux, il ne possède pas assez de fixité pour entrer en combinaison avec le fer. Le fer décompose la chaux à une haute température, sans que les métaux montrent l'un pour l'autre une grande affinité.

Le fer cru, mis en fusion avec la chaux caustique, abandonne son carbone. Des essais d'alliage, faits avec des additions de marbre de Carrare pur, ont prouvé à M. Karsten que la ténacité du fer forgé s'était accrue; mais l'analyse a fait voir que ce fer ne contenait pas une trace de calcium, et que l'action du marbre s'était bornée à diminuer la quantité de phosphore contenue dans le métal.

D'autres essais de ce genre, faits avec une grande quantité de carbonate de chaux, ajoutée successivement et pendant toute la durée du travail, ont montré que le fer avait perdu une partie de sa ténacité, et qu'il était devenu moins soudable. Cependant, ce fer n'était ni rouillé ni cassant à froid; mais il était pailleux et traversé de fentes longitudinales. L'analyse y découvrit 0,1774 p. $\frac{1}{100}$ de calcium, quantité extrêmement petite, et qui pourtant était suffisante pour altérer la qualité du fer.

Il existe de la fonte obtenue de minerais exigeant une forte addition de chaux, dans laquelle on trouve quelques traces de calcium. Cependant, ce métal terreux ne se combine avec le fer, selon M. Karsten, que dans des circonstances peu communes.

114. *Chromium et Fer.*

Ces deux métaux peuvent se combiner, et leur alliage a été obtenu par Fouquetin.

R. Gahn réduisit le deutocide de chrome par le carbone, en y ajoutant du protoxide de fer. Il obtint, de la sorte, une masse grise, poreuse, prenant l'aspect métallique sous la lime, attirable à l'aimant, et très-solide.

Au reste, selon M. Berthier, le chrome n'a encore été obtenu dans aucun produit métallurgique, et ne peut pas se combiner avec le fer.

115. *Chrome et Fer.*

Le chrome a une très-grande affinité pour le fer, et ces métaux peuvent s'allier en toutes sortes de proportions.

On rencontre souvent le chrome dans le fer fabriqué avec des minerais chromifères, mais on peut en séparer une grande partie pendant l'affinage.

Avec la présence du fer facilite-t-elle beaucoup la réduction de l'oxide de chrome, et les combinaisons que ces métaux forment entre eux ont-elles plus d'analogie, selon M. Berthier, avec les sulfures, les phosphures, etc., qu'avec les alliages.

Voici le résultat d'expériences faites à cet égard par ce célèbre chimiste :

En chauffant très-fortement, dans un creuset brisé, un mélange, en proportions quelconques, d'oxide de chrome et d'oxide de fer, ces oxides sont complètement réduits, et on obtient des combinaisons parfaitement homogènes des deux métaux.

Ces combinaisons, ou ces alliages, sont en général durs, cassans, cristallines, d'un gris plus blanc que le fer, et très-éclatantes, moins fusibles, beaucoup moins magnétiques et beaucoup moins attaquables par les acides que ce métal ; ces propriétés sont d'autant plus prononcées que l'alliage renferme plus de chrome.

L'alliage composé de :

Fer.	696,00	0,85	5 at.
Chrome. . . .	354,92	0,17	1 id.

est d'un blanc presque argentin, à structure fibreuse ; difficilement attaquable par la lime, très-cassant.

Un alliage contenant 0,60 de chrome et 0,40 de fer et ré-

sultant de la réduction de 5 grammes de tetracide de fer et de 5 grammes d'oxide de chrome, a fourni un objet bien arrondi, rempli de grosses bulles, tapissées de cristaux prismatiques allongés et sauto-croisés. Sa cassure présentait une texture cristalline semblable. Sa couleur était plus blanche que celle du platine, et sa dureté était telle qu'il rayait aisément le verre qu'aussit pu le faire un diamant. Il s'est trouvé si fragile, qu'on a pu le réduire en poudre très-fine dans un mortier d'agate; sa poussière a conservé de l'état métallique. Les acides très-forts et même l'eau régale bouillante ne l'ont attaqué que très-peu; il a fallu, pour l'analyser, le chauffer au creuset d'argent avec du nitre.

M. Mérimée a fait essayer sous ses yeux, par un coutelier très-intelligent, deux alliages-différents, préparés par M. Berthier, l'un contenant 0,080 de chrome, et l'autre 0,045. Ils se sont bien forgés tous les deux, le premier a même paru plus facile à forger que l'acier fondre pur. On en a fait une lame de couteau et un rasoir. Les deux lames se sont trouvées très-bonnes, leur tranchant a paru dur et solide; mais ce qu'elles ont surtout présenté de remarquable, c'est le beau damasné qu'elles ont pris lorsqu'on les a frottées avec de l'acide sulfurique. Ce damasné offre des veines agréablement variées et d'un blanc d'argent très-brillant; il ressemble beaucoup à celui qu'on obtient avec l'acier allié d'argent: les parties blanches sont probablement, selon M. Berthier, du chrome pur sur lequel on sait que les acides les plus forts n'ont presque pas d'action.

Si l'alliage de fer et de chrome peut être de quelque utilité dans les arts, on l'obtiendra avec beaucoup plus d'économie, d'après M. Berthier, en substituant le minéral de chrome (*fer chromé*) à l'oxide de chrome pur, qui a encore une assez grande valeur. Le fer chromé n'est pas un minéral très-rare; on en trouve dans beaucoup de lieux; nous en avons en France une mine abondante, dans le département du Var.

Pour préparer avec ces minerais un alliage très-riche en chrome, il faut les fondre au creuset brasqué, avec une proportion convenable de chaux et de silice, ou avec du verre alkali, ou mieux encore, dit M. Berthier, avec du borax vitrifié; mais pour extraire de ces minerais le plus de chrome possible, il faut ajouter aux fondants une certaine quantité d'oxide de fer.

On trouve aux environs de Philadelphie et en d'autres lieux des Etats-Unis d'Amérique, d'où on en expédie en France, à un prix très-moderé, un minéral de fer composé de :

Oxide de chrome.	0,516
Péroxyde de fer.	0,378
Alumine.	0,097
Silice.	0,029
	0,990

M. Berthier pense qu'il fondrait très-bien avec 0,14 de chaux et 0,32 de silice; ou avec 0,50 de verre soluble, ou enfin avec 0,16 à 0,20 de borax titré. Il donnerait une beaucoup plus grande proportion d'alliage que plusieurs autres minerais de ce genre, et cet alliage contiendrait beaucoup plus de chrome. Il mérité donc la préférence.

D'après M. Karsten, on ne connaît pas encore l'influence que de petites quantités de chrome exercent sur le fer.

Hassénfratz a trouvé qu'un fer qui n'en contenait qu'une légère dose se laissait assez bien forger, bien qu'il fût un peu rouvrein; mais il ne paraissait pas cassant à froid.

Les minerais chromifères sont très-rare; cependant, selon M. Karsten, on trouve le chrome dans la fonte aussi souvent que le fer, mais l'alliage paraît le séparer du fer.

D'après les analyses de Vauquelin, faites sur des fers rouverins qui contenaient 0,8 p. $\frac{6}{10}$ de phosphore et 0,4 de chrome, on pourrait croire que ce fer devait sa mauvaise qualité à ce dernier.

Quoi qu'il en soit, les expériences préliminaires de M. Berthier, et qui sont, je crois, les plus récentes, jettent beaucoup de jour sur la nature des combinaisons de ces deux métaux et sur les meilleurs procédés à suivre pour les obtenir en petit.

Pour reconnaître la présence du chrome et en même temps du phosphore dans le fer, on s'y prend, selon M. Karsten, de la manière suivante :

On dissout le fer dans l'eau régale pour acidifier le corps qu'on cherche. On laisse évaporer la dissolution avec précaution dans des capsules de porcelaine, et l'on élève le degré de chaleur jusqu'au rouge. Il se dégage un peu de chlorure de fer, et le résidu ressemble à l'oxide brun rougeâtre. Ce résidu retiré de la capsule, pesé et réduit en poudre, est mélangé intimement avec trois fois son poids de carbonate

de potasse, et mis en fusion. On n'opère dans ce cas que sur trois grammes de fer au plus.

Il faut que le mélange, fondu dans un creuset de platine et mis en ébullition dans l'eau pure, reste en repos, afin que l'oxide, qui, dans un état de grande ténacité, passerait par la filière, puisse se déposer. Il est essentiel aussi que la fusion avec la potasse soit parfaite, afin que l'oxide du fer abandonne l'acide entièrement.

Si le fer contenait du manganèse, celui-ci se trou verait dans la dissolution alcaline; mais on sait qu'il se dépose avec le temps au contact de l'air.

On filtre, on fait bouillir ensuite le résidu dans l'eau pure, et on le reprend sur le filtre. La liqueur alcaline devenue parfaitement claire, doit être saturée d'acide hydrochlorique et évaporée jusqu'à siccité. Avant de verser alors de l'eau sur la poudre, on fait bien de l'humecter avec un peu d'acide hydrochlorique, afin que le phosphate d'alumine puisse aussi se dissoudre. La liqueur acidulée et débarrassée de la silice par le filtrage, se sature d'ammoniaque caustique; l'alumine, si elle était présente, se précipiterait alors à l'état de sous-phosphate. M. Karsten n'a obtenu de cette manière que peu de flocons dont le contenu d'alumine n'a pu même être constaté. Saturée d'abord d'acide nitrique, la liqueur ammoniacale se traite ensuite par l'acétate de plomb; il en résulte presque toujours un phosphate de plomb. M. Karsten n'a jamais examiné de fer qui ne contint point de phosphore. La plus légère trace de chrome se fait connaître par une couleur jaune qu'affecte ce précipité. Il est toujours très-blanc lorsqu'il ne contient point ce métal.

Si le chrome doit être dosé avec exactitude, il faut que le précipité obtenu par l'acétate de plomb soit dissous par l'acide hydrochlorique concentré et mélangé avec le triple de son volume d'alcool; on sépare le chlorure de plomb en filtrant, et l'on traite la liqueur avec le gaz hydrogène sulfuré, pour enlever les dernières parties de ce métal. La dissolution, filtrée et chauffée, se traite à froid par l'ammoniaque caustique qui précipite en vert l'oxide de chrome formé par la présence de l'alcool.

Selon M. Berthier, il n'est pas possible de séparer le chrome et le fer l'un de l'autre par la voie sèche, et il est très-difficile de les réduire en totalité l'un et l'autre lorsqu'ils sont mélangés avec des matières terreuses : les scories ro-

tiennent presque toujours une certaine quantité d'oxide de cobalt qui empêche la réduction d'une quantité proportionnelle d'oxide de fer.

116. Cobalt et Fer.

Ces deux métaux se combinent par la fusion; et selon les expériences de Brand et de Bergmann, le cobalt s'allie au fer dans toutes les proportions, particulièrement lorsque la partie de ces métaux est la partie dominante. Le cobalt contient même généralement un peu de fer, dont il est très-difficile de le séparer : l'alliage, dit-on, est très-dur et possède la ductilité du fer. Il en résulterait au moins, qu'en petite dose, le cobalt ne serait point nuisible.

Bonafraux confirme en quelque façon les résultats des autres métallurgistes; dans ses expériences, le fer traité avec le cobalt se laissait forger et souder, quoiqu'il fût un peu brisant à chaud; mais il n'était point cassant à froid.

M. Gory pense au contraire que le cobalt rend le fer cassant à froid.

M. Karsten n'ayant pu se procurer une quantité suffisante de cobalt dans toute sa patrie, n'a pu réaliser les intentions qu'il avait d'en essayer les effets aux feux d'affinage.

D'après M. Berzelius, l'alliage de ces deux métaux est dur et magnétique, mais on ne connaît pas bien, dit-il, l'influence qu'exercent diverses proportions de cobalt sur la ductilité du fer.

M. Berthier dit que les alliages de ces deux métaux ont la même propriété que le fer pur, et sont plus blancs.

Nielsen prétend que les arts ne peuvent rien attendre d'elle de la combinaison de ces deux métaux.

117. Cuivre et Fer.

Ces deux métaux paraissent avoir peu d'affinité l'un pour l'autre; du moins est-il très-difficile de les allier directement; la quantité réfractaire du fer est en effet un obstacle, et d'ailleurs, en faisant fondre ensemble ces deux métaux, on trouve souvent le fer mélangé sous forme de grains et mélangé avec le cuivre. Leur combinaison, suivant M. Berzelius, est grise, ductile, cassante à froid, et magnétique, même lorsqu'elle ne contient qu'un dixième de fer; même, d'après M. Lohmann, un quartier-brilliant de fer tend déjà le cuivre altérable à l'aimant.

D'après *Wallerius*, le cuivre, par son alliage avec du fer, devient grisâtre, rigide, moins fusible, semblable au cuivre noir, et attirable à l'aimant. Mais tout cela dépend de la proportion et de la combinaison plus ou moins intime des deux métaux.

Le maximum de cuivre qui peut s'allier au fer, et l'influence qu'il exerce sur les propriétés de ce dernier, sont encore un sujet de contestation.

D'après *M. Muskat*, le cuivre s'unit au fer en d'autant plus grande proportion que celui-ci contient moins de charbon; en sorte qu'il serait impossible, dit-il, d'obtenir un alliage de ces deux métaux en les fondant au contact du charbon. Mais en prenant des précautions particulières, on peut préparer cet alliage.

L'impossibilité dont il vient d'être question semble démentie par les essais de *M. Karsten*, mentionnés plus bas.

D'après *M. Berthier*, le fer et le cuivre ne peuvent pas contracter de véritables alliages; mais quand on fond ensemble ces deux métaux à une haute température, la fonte retient une petite quantité de cuivre qui reste dans le fer lorsqu'on soumet la fonte à l'affinage. Cela est d'accord avec les résultats obtenus par *M. Karsten*.

Le cuivre, selon *M. Karsten*, peut se combiner avec une petite quantité de fer, et vice-versa. Il est bien reconnu, dit-il, que le cuivre augmente la ténacité et la dureté de la fonte. Régnault voudrait, par cette raison, qu'on l'alliât au fer cru pour la confection des ancres, des piliers, des colonnes, des cylindres, etc.

200 parties de fonte grise et 10 de cuivre rouge, en copeaux minces, pénétrés avec de l'huile de lin, et soumités avec addition de charbon, à un feu violent de forge, pendant 25 minutes, donnent, selon *Régnault*, un calet métallique homogène, composé de : Fer, 194, cuivre, 6.

Cet alliage est très-dur, très-compact; sa densité est de 7,467. *Régnault* propose d'en faire des canons, etc.

D'après ses expériences, 200 parties de cuivre et 10 de fonte grise, traitées de la même manière, donnent un calet homogène, très-ductile à froid.

Avec 16 parties de cuivre et 1 de fer cru, *Régnault* obtient un alliage ductile, sensible à l'aimant, résistant plus à la lime que le cuivre pur, et dont la surface ainsi que la cassure étaient d'un beau rouge.

Enfin, 8 parties de cuivre, et depuis 1 jusqu'à 4 parties

de fer, deviennent des alliages plus durs que le précédent, mais peu-solublement plastiques, ni même colorés que le cuivre.

Rissmann, dans un endroit de son ouvrage (*Histoire du Fer*), prétend que le fer ductile devient reurtarin par la présence de cuivre; ailleurs il le nie.

D'après Lavoisier, le fer contenant du cuivre a plus de ténacité que tout autre, et il ne devient cassant qu'entre le rouge brun et le rouge foncé; au-dessus et au-dessous de cette température, il se laisse très-bien forger.

M. Berthier prétend également que le fer contenant du cuivre est très-ténace à froid; mais qu'il est cassant à chaud, et qu'on ne peut le forger qu'au-dessus du rouge-blanc et au-dessous du rouge-cerise. Il est probable, dit cet auteur, qu'une forte proportion de cuivre, 0,01 par exemple, donnerait à la fonte de la ténacité et la rendrait plus propre à être employée en objets de machine. Cette opinion corrobore celle de Rissmann, rapportée plus haut.

On a treuvé un peu de fer dans une monnaie de cuivre, du temps de Constantin.

Bassensfrés a trouvé, par une combinaison directe, que l'alliage de ces deux métaux est reurtarin et cassant à froid; mais il n'en fixe point les proportions.

La plupart des hommes qui pratiquent l'art des forges croient fermement que le cuivre rend le fer reurtarin, qu'un petit morceau de ce métal, détaché de la tige par la négligence des affineurs, peut détériorer une loupe entière; qu'une pièce de monnaie de cuivre jetée dans un haut-fourneau suffit pour rendre mauvaise toute la fonte provenant d'une opération.

M. Karsten a fait dans les forges de la Silésie des essais d'alliage, en ajoutant d'abord à la fonte un demi pour 9/10 de cuivre. La flamme présentait une couleur verte pendant toute la durée de l'opération; la loupe fut très-belle, le fer s'étira, sans recevoir de criques, et soutint parfaitement les épreuves; mais le cuivre ne parut influer sur sa ténacité ni à froid ni à chaud.

On recommença cet essai avec 1 pour cent de cuivre; on eut de la peine à cingler la loupe; elle fut portée 4 à 5 fois au feu et parut cependant mal sondée. Une barre chauffée au rouge et plongée dans l'eau laissa dégager une flamme colorée en bleu; parmi 8 barres, 6 résistèrent aux épreuves, les deux autres se fêlèrent aux endroits criques.

L'analyse indique 0,836 pour cent de cuivre dans ce dernier fer.

M. Karsten conclut de ces faits que le cuivre ne produit pas des effets aussi désavantageux qu'on le pense en général. Cependant il diminue la ténacité du fer, selon cet auteur, plus que ne le fait le phosphore, et nuit surtout à la soudabilité.

Un objet digne de remarque, ajoute-t-il, c'est que le fer cuivreux, toutes choses égales d'ailleurs, demande 6 fois plus de temps pour se dissoudre dans l'acide sulfurique et l'eau régale, que n'en exigeroit le fer ordinaire.

M. Stengel, dont nous avons rapporté les récentes expériences à l'art. *Acier et Casters* (1), croit pouvoir en conclure que c'est à la présence du cuivre qu'il faut attribuer le défaut qu'ont certains fers, d'être peu soudables et cassants à chaud.

J'ai tenté aussi, en 1827, d'allier directement le fer de fonte avec le cuivre, mais, selon mon attente, j'ai rencontré beaucoup de difficultés pour conduire à bien cette opération. Voici comment j'y avais procédé :

J'ai fait fondre d'abord dans un creuset 100 parties de fonte de fer, et j'y ai projeté ensuite 4 parties de cuivre en plaques. Après avoir brassé le mélange, je l'ai mis encore le creuset au feu pendant quelques instants, après quoi je versai le métal dans un moule d'argile desséchée. Mais, soit que ce moule fût encore un peu humide, ou par toute autre cause, le métal bouillonna avec violence dès son entrée dans le moule, et quelques parcelles d'alliage furent projetées çà et là. Après le refroidissement, je recueillis un lingot rempli de boursofflures et comme percé à jour de tous côtés, excepté vers ses extrémités.

La cassure fut inégale raboteuse, lamellaire, grenue, à grandes boursofflures; vers les extrémités du lingot, grenue. D'une couleur blanc-gris-bleutée, peu éclatante vers les extrémités du lingot. Sous la lime, blanc-grisâtre, éclatante. Sous le marteau, gris d'acier, éclatante.

Le lingot ne présentait d'ailleurs aucune tache cuivreuse; mais les résidus trouvés au fond du creuset étaient très-cuivreux. Il y a donc eu séparation, au moins partielle, du cuivre. Cependant, l'aspect de la cassure du lingot doit faire croire qu'il est resté une petite proportion de cuivre en combinaison avec le fer de fonte; mais je n'ai point essayé de la déterminer par l'analyse.

(1) Voir la page 14.

On a vainement essayé de donner au fer une enveloppe de cuivre côtelé, ou de le couvrir d'une couche de ce métal par la voie humide, en se servant du vitriol de cuivre. Le placage et les incrustations ont eu plus de succès; ces opérations se réduisent en outre à liquéfier, au moyen du becs, le cuivre qui doit remplir les cicatrices pratiquées dans le fer.

L'alliage de ces deux métaux se rencontre dans la nature: il constitue en grande partie le cuivre noir, c'est-à-dire le cuivre non raffiné que l'on extrait des mines formées de sulfure de cuivre et de sulfure de fer.

Ainsi, le cuivre du Pérou contient, selon M. Berthier :

Cuivre.	0,978
Fer.	0,020
Soufre.	0,002
	1,000

Il paraît que c'est un cuivre noir qui n'a pas été raffiné; il contient souvent une beaucoup plus grande proportion de fer.

M. Berthier a fait l'analyse des scories provenant de diverses usines où l'on raffine le cuivre, et il a trouvé que le résidu de l'affinage du cuivre du Pérou était composé de :

Cuivre.	0,19
Fer.	0,81
Soufre.	tracé.
	1,00

Les mattes provenant de la fusion du cuivre pyriteux grillé d'Osmy, renferment, selon M. Berthier :

Cuivre.	0,270
Fer.	0,400
Soufre.	0,320
Matières terreuses.	0,080
	1,000

Les mattes *feils-riches* provenant de la fusion des mattes précédentes, après grillage, contiennent, selon M. Berthier :

Cuivre.	0,080
Fer.	0,680
Soufre.	0,210
Matières terreuses.	0,080
	1,000

On y distingue une multitude de petits grains de cuivre métallique.

Les mattes provenant de la fusion des minerais schiste-bitumineux de Mansfeld contiennent aussi du fer. Voici leur composition, selon M. Berthier :

Cuivre.	0,586
Fer.	0,152
Soufre.	0,252
Matières terreuses.	0,008
	0,998

Les mattes provenant du traitement des mattes précédentes contiennent :

Cuivre.	0,586
Fer.	0,152
Soufre.	0,252
	0,990

Elles sont en plaques minces, d'un noir métallique, à cassure cristalline, mêlée d'une infinité de très-petits grains cristallins de cuivre rouge.

Il existe aux environs de Volterra, à Monte-Castelli, en Toscane, une mine de cuivre considérable, dont le cuivre pauvre est la partie dominante. Ce minéral est compacte, à cassure inégale, d'une couleur bronzée, grisâtre dans les fractures fraîches, mais d'un reflet blanchâtre éclatant, gorge de pigeon dans les parties qui ont eu le contact de l'air pendant quelques jours.

Il est composé, d'après l'analyse de M. Berthier, de :

Cuivre.	0,672	} 0,994
Fer.	0,003	
Soufre.	0,314	
Gangue pierreuse.	0,010	

Ce qui correspond à

Sulfure de cuivre.	0,887	8 al.
Protosulfure de fer.	0,113	1 id.

C'est un riche minéral dont la composition est identique avec celle du minéral découvert, il y a quelques années, à Nand, département de la Haute-Vienne.

M. Gérold fait mention d'un fer magnétique tiré du

Mexique, où il se présente en gisement considérable, et qui, d'une pesanteur de 4,3, est, 0,8-0,9, très-riche en cuivre.

M. Stromeyer a trouvé du cuivre dans la proportion de 0,041 à 0,005 dans tous les fers météoriques qu'il a été à même d'examiner.

118. Cuivre et Iridium.

Ces deux métaux peuvent s'unir l'un à l'autre.

Foucaultin est parvenu le premier à former cet alliage, qui exige une très-haute température. Il est malléable, et la présence de l'iridium augmente beaucoup la dureté du cuivre, en même temps qu'il affaiblit sensiblement la couleur de ce métal.

Selon M. Becquer, une très-petite quantité de cuivre donne déjà à l'iridium une teinte rouge pâle. L'alliage composé de 1 partie d'iridium et 2 parties de cuivre, est d'un rouge pâle; il peut se scier, se limer, se percer, se laminer et se polir; il fond sans décoloration et paraît ne pas s'altérer à l'air.

1 partie d'iridium forme, avec 4 parties de cuivre, un alliage malléable, d'un rouge pâle d'après M. Berzélius, mais qui devient blanc sous le lima.

Cet alliage est ductile, mais plus dur que le cuivre, et il se fond à la chaleur blanche.

Cet alliage, traité par l'acide nitrique, laisse précipiter l'iridium. Traité à la coupelle avec une addition de plomb, il laisse une petite portion de l'iridium.

119. Cadmium et Mercure.

Le cadmium s'unit au mercure avec la plus grande facilité, même à froid; l'amalgame est d'un très-beau blanc d'argent; son tissu est grossier et cristallin: les cristaux sont des octaèdres composés de 100 de mercure et 21,75 de cadmium; cet amalgame est dur et très-fragile; sa densité est plus grande que celle du mercure, aussi les cristaux octaédriques tombent-ils au fond du mercure en raison de leur plus grande pesanteur spécifique. Une chaleur de 75° suffit pour fondre cet amalgame.

D'après M. Berzélius, l'amalgame saturé de cadmium est formé de 78,26 de mercure et 21,74 de cadmium.

120. Calcium et Mercure.

Ces deux métaux peuvent s'unir l'un à l'autre. C'est de cet

amalgame qu'on extrait le calcium, et ce métal retient toujours quelque peu du mercure employé pour sa préparation.

M. Böttger a essayé récemment de préparer l'amalgame du calcium, en décomposant une dissolution concentrée de calcium et de sodium par l'amalgame de sodium; mais ce procédé qui avait réussi pour former d'autres amalgames n'a pas été efficace pour celui de calcium.

121. Cobalt et Mercure.

Pendant long-temps on a cru que le mercure ne s'unissait point au cobalt, mais M. Böttger a réussi récemment à préparer un amalgame de cobalt, en décomposant le chlorure de ce métal par un amalgame de sodium. Il y a dégagement d'hydrogène, formation d'un précipité abondant d'oxide du cobalt hydraté, et le mercure qui était combiné avec le sodium se trouve maintenant allié à une certaine quantité du cobalt.

L'amalgame de cobalt est peu consistant, il n'agit pas sur l'aiguille aimantée, mais l'action devient très-sensible quand on le chauffe de manière à chasser une partie du mercure. Si l'on chauffe jusqu'à volatiliser tout le mercure, il reste une masse noire très-magnétique, composée de métal et d'oxide métallique.

122. Cobalt et Molybdène.

Ces deux métaux sont susceptibles de s'allier.

Avec parties égales des deux métaux, M. Thomson obtint un culot de couleur grise, cassant et très-peu fusible.

3 parties de cobalt et 4 de molybdène donnent un alliage d'un gris-rougeâtre blanchâtre, dur, cassant, non soluble à l'aimant, grenu dans son intérieur, qui était d'un gris bleuâtre.

123. Cuivre et Manganèse.

Le manganèse s'unit au cuivre, facilement selon quelques chimistes, difficilement selon d'autres.

Cet alliage, suivant Bergmann, est très-malléable; il est de couleur rouge, et quelquefois il devient vert au bout d'un certain temps.

Le manganèse rend le cuivre moins fusible; il rend aussi sa couleur plus pâle, mais sujette à se ternir.

M. Gmelin a fait un grand nombre d'expériences pour s'as-

car si cet alliage pouvait être formé en fondant l'oxide noir de manganèse avec le cuivre. Il résulterait en partie, et il peu-
 vent de substituer cet alliage à celui du cuivre et de l'arsenic
 dont on fait usage dans les arts.

M. Berthier a préparé différents allages de cuivre et de
 manganèse en chauffant dans un creuset brasqué, à 1500° p.,
 les mélanges suivants :

Proporté de				
Manganèse.	46,46. 1 at.	8,92. 1 at.	8,92. 1 at.	17,84. 1 at.
Cuivre mé-				
lé.	51,84. 8 at.	51,84. 4 at.	15,82. 2 at.	15,82. 1 at.
Carbon.	0,50	1,00	1,00	2,00
Essai.	0,50	1,00	1,00	1,00
	37,40	42,56	26,74	36,66

Le premier mélange a donné 54 grammes d'alliage sur-
 monté d'une pellicule noire vitreuse, verdâtre. L'alliage était
 compact, d'un gris-blanc nuancé de rouge, parfaitement
 ductile, très-tenace, à cassure grenue et écailleuse : il devait
 contenir environ 0,19 de manganèse.

Le second mélange a donné 37 grammes d'alliage, enve-
 loppé d'une pellicule vitreuse verte. L'alliage était d'un gris
 de platine, ductile, tenace et susceptible de prendre un beau
 poli. Il devait contenir un peu moins de 0,817 de cuivre
 (4 atomes), et un peu plus de 0,183 de manganèse (1 atome).

Il est résulté du troisième mélange un alliage absolument
 semblable au précédent, pesant 26 grammes, et qui devait
 contenir un peu moins de 0,691 de cuivre (2 atomes), et
 un peu plus de 0,309 de manganèse (1 atome).

Enfin, le quatrième mélange a donné un alliage bien fondu,
 d'un gris de fer, ductile, très-tenace, à cassure écailleuse et
 un peu fibreuse, susceptible de prendre un très-beau poli :
 il résistait l'acier de l'hydrogène sous l'inflation de l'ha-
 line. Il devait contenir un peu moins de 0,69 de cuivre
 (2 atomes), et un peu plus de 0,40 de manganèse (3 atomes).

Ainsi, tous les allages de cuivre et de manganèse sont
 ductiles. Les deux métaux ont beaucoup d'affinité l'un pour
 l'autre : car, dans les expériences précédentes, avec la pré-
 sence du cuivre, il ne se serait réduit qu'une très-petite
 quantité de manganèse.

124. Cuivre et Mercure.

Le cuivre s'unit très-difficilement avec le mercure. L'amalgame ne réussit pas bien à froid ; mais, d'après M. Thomson, si l'on fait passer avec précaution un petit fil de cuivre en fusion dans du mercure chauffé jusqu'au degré voisin de son point d'ébullition, les deux métaux se combinent et forment un amalgame blanc, d'une consistance peu solide.

Boyle indique, pour la préparation de cet amalgame, un procédé qui réussit très-bien, selon M. Thomson. Il consiste à triturer ensemble 2 parties de mercure, 2 $\frac{1}{2}$ parties de vert-de-gris et 1 partie d'hydrochlorate de soude, avec un peu d'acide nitrique.

On tient pendant quelque temps ce mélange sur un feu doux, en le remuant continuellement, et en remplaçant l'acide à mesure qu'il s'évapore ; on lave alors l'amalgame et on le coule en moule.

Il est d'abord presque fluide, mais au bout de quelques heures il cristallise et devient entièrement solide.

M. Berzelius indique le moyen suivant de se le procurer. On précipite une dissolution de cuivre par le zinc, et on lave bien le précipité, ou bien on réduit le deuturoxide de cuivre par le gaz hydrogène, et on verse quelques gouttes de nitrate de mercure sur le métal réduit qui passe alors à l'état d'amalgame ; on le broie ensuite avec trois fois son poids de mercure, et on chauffe le mélange dans un creuset. Cet amalgame est d'un rouge clair.

Selon M. Thénard, il serait possible d'obtenir un amalgame de cuivre, en mêlant simplement ce métal, très-divisé, en contact avec le mercure, à la température ordinaire.

Cet amalgame est facilement décomposé par la chaleur ; le mercure s'évapore et laisse le cuivre.

Il est même, suivant M. Thénard, susceptible de décomposition par l'air, à la température ordinaire, lorsqu'il est à l'état liquide. Le cuivre absorbe peu à peu l'oxygène, et forme un oxide qui se rassemble à la surface du bain.

D'après M. Berthier, les amalgames de cuivre sont blancs et susceptibles de cristalliser, ou d'un rouge pâle quand le cuivre employé est extrêmement divisé. La chaleur blanche en sépare la totalité du mercure.

M. P. A. de Boudonff indique le procédé suivant pour séparer le mercure du cuivre, au moyen de l'acide formique.

On dissout les deux métaux dans l'eau régale; on fait bouillir la dissolution et on y verse de la potasse jusqu'à ce qu'elle ait une réaction alcaline prononcée, puis on y ajoute de l'acide formique, et on maintient le mélange pendant 2 heures à 80°, ou mieux, de 6 à 25 heures, à une température de 40 à 60°. Le cuivre se redissout, et le mercure reste insoluble à l'état de chlorure : on le filtre et on le débouche à 60°, qui suffisent pour lui enlever toute son eau.

Pour être sûr que tout le mercure est précipité, on filtre et on fait chauffer la liqueur qui se trouble s'il y a encore du mercure. Pour avoir le cuivre contenu dans la dissolution, on évapore celle-ci à sec avec de l'acide nitrique ou sulfurique; on calcine un peu le résidu et on redissout dans l'eau; la liqueur précipitée avec le carbonate de potasse est évaporée à sec, le résidu de nouveau calciné, et en reprenant par l'eau, l'oxide de cuivre reste insoluble.

125. Cuivre et Molybdène.

Ces deux métaux peuvent se combiner, et forment, selon M. Berthier, un alliage rouge-pâle, qui est un peu ductile quand le molybdène ne prédomine pas.

D'après M. TACONOT, parties égales de ces deux métaux forment un alliage à texture grenue, d'une couleur blanchâtre, mêlée de rouge, un peu malléable quelque se brisant à la longue sous le marteau. Il céda à l'action de la lime; sa surface, à l'endroit où il en avait été attaqué, était plus pâle que le cuivre, et ne se ternissait pas à l'air.

Avec 4 parties de cuivre et 1 $\frac{1}{2}$ de molybdène, on eut un alliage très-peu différent dans ses propriétés.

Mais celui de 1 partie de cuivre et de 2 parties de molybdène était cassant et d'un gris-rougeâtre. On en séparait le cuivre par l'acide nitrique, et le molybdène restait à l'état d'oxide blanc.

Selon M. Berthier, l'alliage composé de :

Cuivre.	0,87		9 at.
Molybdène.	0,13		9 id.

est facile à 150° p., ductile, plus dur, et de la même couleur que le cuivre pur.

126. Cobalt et Nickel.

Le nickel s'allie par la fusion au cobalt, mais cet alliage est

peu connu. La nature nous l'offre dans les mines de nickel et de cobalt.

M. Loupier indique, d'après ses expériences, le procédé suivant, pour séparer ces deux métaux dans les mines de nickel et de cobalt.

1^o Griller la mine pour en séparer autant que possible l'arsenic ;

2^o Dissoudre le résultat de la calcination dans l'acide nitrique, et évaporer l'oxide d'arsenic ;

3^o Faire passer dans la dissolution, suffisamment acide, autant de courant qu'il en faut d'acide hydrosulfurique pour décomposer tous les arsénates et précipiter le cuivre s'il s'en trouve dans la mine ;

4^o Chauffer la dissolution pour chasser l'acide hydrosulfurique en excès, et précipiter tous les métaux par le carbonate de soude ;

5^o Traiter ces carbonates par l'acide oxalique pour séparer le fer, puis les oxalates de nickel et de cobalt par l'ammoniaque, pour isoler ces métaux.

127. Cuivre et Nickel.

Ces deux métaux peuvent s'unir l'un à l'autre.

M. Crematist a obtenu, en les faisant fondre ensemble, un alliage blanc, dur, cassant et très-oxidable par son exposition à l'air.

Selon M. Berthier,

156,85 cuivre métallique. . . 2 lb.

9 ,58 protoxide de nickel. 1 lb.

chauffé dans un creuset brasqué, à 150° p., produisent un alliage composé de :

Cuivre. 0,688 2 lb.

Nickel. 0,518 1 lb.

Cet alliage est faible, ductile, tenace, d'un beau gris de platine, un peu cristallin à la surface, très-légèrement magnétique.

D'après M. Kefortsch, on emploie depuis long-temps à Suhl, pour orner les armes, sous le nom de cuivre blanc, une composition métallique qui ressemble à l'argent. L'analyse que M. Brandes en a faite, montre que c'est un alliage de cuivre et de nickel.

MM. Kefortsch et Muller, de Suhl, ont fait en 1825 des

recherches sur l'origine de ce minéral, et ils ont découvert qu'en le trouve dans les scories de quelques anciennes mines à cuivre qui avaient travaillé des mines qui sont abandonnées aujourd'hui.

Le cuivre blanc est obtenu par la fusion. On l'avait rejeté comme inutile, et ce n'est que plus tard qu'on lui a trouvé cet emploi.

128. Cobalt et Or.

Ces deux métaux s'allient très-bien par la fusion.

M. Hatchett ayant fait fondre ensemble 11 parties d'or et 1 de cobalt, obtint un alliage d'un jaune terne, très-cassant, à fracture grasse, terreuse. Sa pesanteur spécifique était 17,112. Le volume des métaux avant la fusion étant 1000, il devint après leur union, 1001; d'où il suit qu'il y avait eu très-peu d'expansion.

D'après les expériences de M. Hatchett, la fragilité de l'alliage de l'or avec le cobalt continue lorsque la proportion du cobalt excède un soixantième du tout; mais lorsque cette proportion du cobalt est moindre, l'or devient un peu ductile.

M. Berthier fait en sujet des essais de M. Hatchett, la réflexion suivante. Le cobalt étant ductile et ayant la propriété de former beaucoup d'alliages qui le sont également, il est étonnant que ceux qu'il donne avec l'or soient cassants; peut-être M. Hatchett n'a-t-il pas pu, à l'époque où il a fait son travail, se procurer du cobalt pur.

Selon M. Berthier, l'or devient même déjà cassant par une addition de un soixante-cinquième de cobalt; mais l'or qui n'en contient que un cent-trentième, peut être forgé.

Le cobalt occupe, d'après M. Hatchett, le sixième rang dans l'ordre des différents métaux, classés d'après l'effet qu'ils exercent sur l'or dans la diminution de sa ductilité.

129. Cuivre et Or.

Le cuivre s'allie, en toutes proportions, avec l'or.

Ces métaux ont une grande affinité l'un pour l'autre.

Cet alliage se forme aisément en fondant ensemble les deux métaux; le cuivre rehausse la couleur de l'or, le rend moins ductile, plus fusible, plus dur; un peu de cuivre rehausse même cette couleur sans nuire à la malléabilité de l'or.

Le pesanteur spécifique de cet alliage est moindre que celle moyenne des deux métaux qui le composent.

Le cuivre impar fait perdre à l'or sa malléabilité, et d'après M. Barclay, le marteau de cuivre aide à le rendre aussi cassant comme du verre.

D'après les expériences de M. Barclay, le cuivre occupe le deuxième et avant-dernier rang dans l'ordre de différents métaux classés d'après l'effet plus ou moins grand qu'ils opèrent sur l'or dans la diminution de sa ductilité.

L'augmentation de ductilité que le cuivre donne à l'or, est, suivant Marchenbroeck, la plus grande possible, lorsque, dans l'alliage de ces deux métaux, il entre 7 parties d'or et 1 partie de cuivre.

Un alliage composé par M. Barclay, avec un vingt-deuxième de cuivre pur, était parfaitement ductile et d'un beau jaune tirant au rouge. Sa pesanteur spécifique était 17,157; elle était inférieure à celle moyenne des deux métaux, et par conséquent il y avait eu expansion de leur volume. Il était avant l'union 2732, et après 2798; de sorte que 916 parties et $\frac{1}{2}$ d'or et 85 parties et $\frac{1}{2}$ de cuivre, au lieu d'occuper l'espace de 1000, en qui arriverait s'il n'y avait pas d'expansion, devinrent 1094.

La mollesse de l'or empêche de l'employer à l'état de pur, pour la fabrication des monnaies, des médailles et des bijoux. Pour lui donner plus de solidité, on y ajoute du cuivre; les pièces composées avec cet alliage sont alors moins exposées à l'action destructive du frottement. Les proportions de l'or relativement à celles du cuivre consistent en ce qu'on appelle les titres de l'or.

On dit de ces alliages d'or et de cuivre, qu'ils sont à un titre d'autant plus élevé qu'ils contiennent plus d'or.

Le titre de la monnaie d'or est réglé par les lois; il n'est pas le même pour les différents pays.

En France, la monnaie d'or se fait avec un alliage d'une partie de cuivre et de 9 parties d'or; et l'on dit qu'elle est au titre de $\frac{900}{1000}$. Elle renferme donc 0,900 de cuivre, mais en tolère une contenance de cuivre de 0,098 à 0,102.

Voici, d'après M. Thénard, les caractères de cet alliage :

Jeune d'or; moins ductile, plus dur et plus fusible que l'or; sans action sur le gaz oxygène sec ou humide à la température ordinaire; absorbe ce gaz à une chaleur rouge, et se transforme, à un degré de chaleur capable de le fondre, en oxyde de cuivre et en or presque pur; se comporte avec l'air comme avec le gaz oxygène; n'existe point dans la nature;

s'obtient en fondant ensemble le cuivre et l'or dans un creuset.

Les vases, les ornements et en général tous les ustensiles d'or sont aussi formés, en France, d'or et de cuivre. Les uns sont au titre de $\frac{900}{1000}$; les autres sont au titre de $\frac{800}{1000}$; enfin, il en est qui sont à $\frac{700}{1000}$. Il existe donc trois titres pour les ouvrages d'or, tandis qu'il n'en existe que deux pour les ouvrages d'argent.

La monnaie d'or d'Angleterre serait composée, selon M. Œre, de 7 parties d'or pour 1 de cuivre.

Selon M. Berthier, elle renferme un douzième de cuivre en un dixième de cuivre et d'argent.

D'après M. Mackenais, cet alliage, dit à 92 carats fins, consistait en 5,316 grammes d'or pur et 1,172 gram. de cuivre.

Mais il est à observer que, comme l'or naturel contient toujours une petite quantité d'argent qu'on ne pourrait en séparer avec avantage, il s'ensuit que cet argent fait nécessairement partie des monnaies, ainsi que de tous les ouvrages en or; on s'est que, rigoureusement parlant, ces monnaies et ouvrages sont des alliages triples, mais qui contiennent toujours la quantité d'or énoncée dans les titres précédents. La présence de cette petite quantité d'argent rend la détermination du titre d'une pièce d'or plus difficile que celle d'une pièce d'argent. En effet, après avoir traité une partie de cette pièce par le plomb, à une haute température, dans une petite coupelle, et en avoir séparé ainsi tout le cuivre, il faut en séparer l'argent; mais l'on ne peut bien séparer ces deux métaux que par l'acide azotique. Or, la quantité d'argent étant trop petite, l'acide ne dissoudrait que les parties de ce métal qui sont à la surface; de là, la nécessité d'ajouter de l'argent: on en emploie ordinairement trois fois autant qu'il y a d'or. On met l'argent, l'or et le plomb dans la coupelle; on obtient par ce moyen, après la coupellation, un alliage très-riche en argent, qui, laminé et mis en contact avec l'acide azotique, cède à celui-ci tout l'argent qu'il contient, de sorte que l'or, restant parfaitement pur, il ne s'agit plus que de le mettre dans la balance pour en apprécier le poids.

L'or est peu sujet à rocher pendant la coupellation.

L'alliage des bijoux est exposé à se ternir à l'air à cause de la forte proportion de cuivre qu'il renferme. On le nettoie, facilement en le passant dans de l'ammoniaque caustique et le lavant ensuite à grande eau.

D'après M. Berzelius, l'alliage dont on se sert (sans doute en

Grès) pour les bijoux, contient 25,6 pour cent de cuivre. Il se ternit assez souvent par l'usage et prend un aspect sale, ce qui provient de l'oxydation du cuivre. Nous venons d'indiquer le moyen d'y remédier.

La soudure ferme pour l'or se prépare quelquefois avec de l'or et du cuivre, cet alliage étant plus fusible que l'or. Les orfèvres emploient ordinairement comme soudure d'or, un alliage composé de 1 partie de cuivre et de 5 parties d'or; ils le nomment *or rouge*.

Pour que les objets fabriqués en or aient une belle nuance métallique, on y allie presque toujours un peu de cuivre à la surface seulement; c'est ce qu'on appelle donner la couleur. Les recettes pour donner la couleur varient beaucoup; voici la plus usitée, selon M. Hillemeier :

On fait fondre 1 livre de cire jaune, on y projette 2 onces d'alun calciné, 12 onces de crayon rouge, 2 onces de verdet-de-gris, 2 onces de cendres de cuivre; on mélange exactement et l'on moule la matière en bâtons. On frotte le pièce à laquelle on veut donner la couleur, avec un de ces bâtons, on la chauffe jusqu'à ce que toute la cire soit consumée, on la brunit et on la lave dans une liqueur composée de 1 pinte d'eau, 2 onces de cendres gravelées, 2 onces de sel marin, et 4 onces de soufre.

M. Berthier s'est occupé aussi, tout récemment (en 1835), de la mise en couleur des bijoux d'or, consistant à en relever le titre à la surface, afin de donner aux bijoux les diverses nuances ou couleurs que le consommateur désire. Pour cela, on les soumet à l'action d'agents chimiques convenables, après qu'ils ont été complètement saponnés. Ces agents ont pour effet d'enlever une partie du cuivre et de l'argent que renferme l'alliage, en se dissolvant relativement que peu d'or, de telle sorte que celui-ci se trouve accumulé dans toutes les parties apparentes, et en proportion plus ou moins grande, à volonté, selon que l'on fait durer le traitement chimique plus ou moins long-temps.

Parmi les nombreuses recettes que possèdent les fabricants pour faire l'opération de la mise en couleur, M. Berthier cite la suivante comme étant actuellement la plus généralement suivie.

On mélange ensemble 2 parties de nitre, 1 partie de sel marin et 1 partie d'alun de Rome; on prend une quantité de ce mélange, équivalent à environ trois fois le poids des bi-

joux que l'on a à traiter, on en fait une dissolution très-concentrée dans de l'eau bouillante; on plonge les bijoux dans cette dissolution, qu'on nomme le *sauze*, et on les y laisse, toujours à la chaleur de l'ébullition, pendant un laps de temps qui varie de 15 à 25 minutes, selon le sauzage qu'on veut leur faire pousser; on les retire, on les lave dans de l'eau claire, et l'opération est terminée. Ils sont alors mate, mais parfaitement nets, et si l'on veut leur donner de l'éclat, il suffit de les braver. Leur poids diminue, terme moyen, de $\frac{1}{16}$.

Le *sauze* est due aux bijoux du cuivre, de l'argent et une certaine quantité d'or; on la conserve pour en extraire ces métaux. Quand elle a servi, elle prend le nom d'*eau de couleur*. On abandonne ces eaux à elles-mêmes jusqu'à ce qu'elles soient devenues limpides, et on recueille séparément un dépôt blanc qui s'y forme et que l'on désigne sous le nom de *dépôt des eaux de couleur*, et la liqueur surnageante, que l'on appelle *eaux claires*. On ajoute du sulfate de fer aux eaux claires et l'on y plonge des barreaux de fer; il s'y produit un précipité qui contient du fer et que l'on nomme *saux noires*.

M. Berthier a fait l'analyse complète d'une eau de couleur qui avait servi à traiter des bijoux, mais dont on n'avait rien séparé et qu'on s'était contenté de mêler avec l'eau pure employée pour laver les bijoux. Cette analyse a donné :

Sulfate de potasse.	0,006	} sous-alun.
Acide sulfurique.	0,170	
Alumine.	0,335	
Or.	0,007	
Chlore d'argent.	0,070	
Oxichlorure de cuivre, sable.	0,036	
Eau et charbon.	0,228	

1,000

Selon M. Berthier, la composition des eaux de couleur fait voir que dans l'action que le mélange des sels exerce sur l'alliage plongé dans le sauzage bouillante, l'alun est décomposé et qu'il abandonne du sulfate de potasse et une grande partie de son acide sulfurique, pour se transformer en un sous-sel double, insoluble, très-basique. L'acide sulfurique que perd l'alun, lui est enlevé par la potasse du nitre et par le sodium du sel marin, amené à l'état de soude par l'acide nitrique mé-

en liberté; il se dégage du gaz nitreux et du chlore qui se comportent à l'égard des métaux, comme le ferait de l'eau régale, c'est-à-dire qu'ils les transforment en chlorure.

Le traitement des eaux de couleur des bijoutiers, pour en extraire l'or et l'argent, tel qu'en la pratique généralement, est évidemment très-mal entendu, selon M. Berthier; car il est compliqué et il ne donne pour résultat que de l'or effilé d'argent et de l'argent effilé d'or, tandis que, sous le rapport de l'économie, il est essentiel d'obtenir ces deux métaux aussi complètement isolés l'un de l'autre qu'il est possible.

D'après cet auteur, le meilleur mode de traitement consisterait à étendre immédiatement d'une quantité d'eau, bien limpide, suffisante pour qu'il ne reste pas sensiblement de chlorure d'argent dans la liqueur; puis à y ajouter de l'acide sulfurique ou de l'acide muriatique pour redissoudre le sous-sel et le chlorure de cuivre, et en telle proportion que la liqueur restât sensiblement acide; à bien laver le résidu qui ne se composerait plus que de chlorure d'argent mêlé de sable; à réduire ce résidu en le fondant soit avec du carbonate de soude, soit avec de la chaux, etc., et enfin à précipiter l'or tenu en dissolution dans les eaux claires au moyen du sulfate de fer, ou au moyen de l'acide oxalique ou des oxalates solubles que l'on trouve actuellement à très-bas prix dans le commerce; mais, dans tous les cas, il faut éviter de se servir de fer métallique qui précipite le cuivre au même temps que l'or.

En grand, on ne pourrait pas, selon M. Berthier, extraire l'or d'un alliage de cuivre très-pauvre, parce que cela occasionnerait une trop grande consommation de plomb par rapport à la quantité d'or qu'on obtiendrait. On commence par en séparer la plus grande partie de cuivre à l'aide du soufre, des pyrites de fer, ou de la galène, et l'on appelle l'alliage enrichi; si les métaux retiennent de l'or, on leur fait subir un grillage, au feu fond, et l'on en retire par ce moyen du cuivre noir sulfuré et des métaux appauvris.

On se contente souvent dans le commerce de déterminer approximativement le titre des alliages d'or et de cuivre par l'épreuve à la pierre de touche. Voici, selon M. Berthier, comment on opère: On fait sur une pierre de touche une trace de 4 millim. de longueur et de 3 millim. de largeur avec l'alliage, puis on meule cette trace avec une herbe de plume trempée dans une liqueur acide composée comme il

sera dit plus bas. Cet acide dissout le cuivre; on en examine l'effet; puis on essuie légèrement pour enlever la liqueur, et l'on examine de nouveau ce qui reste de la trace métallique. Quand on a de l'habitude on aperçoit très-approximativement le titre de l'alliage d'après la teinte verte plus ou moins foncée que prend la liqueur acide, et d'après l'épaisseur de la trace d'or qui reste sur la pierre. Quand on n'a pas acquis l'habitude suffisante, on fait des épreuves comparatives avec différents alliages connus, moulés en forme de fortes aiguilles et qu'on nomme *toucheurs*, et l'on voit avec lequel de ces toucheurs l'alliage est identique.

La liqueur acide dont on fait usage pour attaquer la trace métallique se compose de 98 parties d'acide nitrique pur d'une densité de 1,475 et de 25 parties d'eau distillée. La composition de cette liqueur a été déterminée par titrage, de telle sorte qu'à la température de 10 à 12°, à laquelle on devrait rigoureusement opérer, elle soit sans action sur les alliages au titre de 0,750 et au-dessus, parce que ce titre est le plus bas des alliages qu'il est permis légalement d'employer dans la bijouterie. Les alliages à un titre inférieur sont attaqués par la liqueur acide; ils brunissent, et la liqueur devient verte; et quand on a enlevé cette liqueur, il reste sur la pierre une trace métallique d'autant moins apparente que l'alliage contenait plus de cuivre. Si l'on opérait à une température inférieure à 10°, l'acide n'attaquerait pas tous les alliages à un titre plus bas que 0,750; et, au contraire, si la température était plus élevée, l'acide attaquerait l'alliage à 0,750 et un peu au-dessus. Quand on fait des épreuves dans des circonstances non déterminées, on commence par s'assurer de l'effet de l'acide sur les traces de toucheurs connus.

130. Cadmium et Platine.

Ces deux métaux peuvent se combiner ensemble.

L'alliage ressemble beaucoup extérieurement, selon M. Stromeyer, au cobalt arsenical; sa couleur est très-blanche, presque d'un blanc d'argent; son tissu est extraordinairement fin, et il est très-solide et difficile à fondre. A la chaleur rouge, il retient 0,870 de cadmium.

100 parties de platine, chauffées avec du cadmium jusqu'à ce que l'excès de ce dernier métal fût volatilisé, en ont retenu 117,5.

Dans cet alliage, les deux métaux exigent, selon M. Ser-

allées, la même quantité d'oxygène pour passer à l'état d'oxyde.

131. *Chrome et Plomb.*

On a peu de données sur la combinaison de ces deux métaux.

On sait seulement que M. Gahn réduisit du deutocide de chrome par le carbone, en y ajoutant du deutocide de plomb. Ce mélange donna une masse noire, peu cohérente, qui, frottée sur du papier avec une sanguine polie, acquit du brillant métallique. Cette masse, enveloppée seulement dans du papier, s'est conservée sans altération pendant un laps de 19 années.

132. *Chrome et Plomb.*

Ces deux métaux peuvent s'allier.

Selon M. Berthier, l'alliage qui renferme 0,25 de chrome est fusible à 150° en un calet bulbeux, gross, à grains fins, cristallins, d'un gris cendré, plus blanc que le plomb. Il s'aplatit sous le marteau en feuilles assez minces, mais ces feuilles sont très-fragiles.

L'acide nitrique et l'eau régale l'attaquent sans dissoudre ni oxyder le chrome.

133. *Cobalt et Platine.*

Cet alliage paraît être peu connu. Cependant MM. Berthier et Berzelius disent que le platine forme avec le cobalt des alliages fusibles.

134. *Cobalt et Plomb.*

Le cobalt s'allie difficilement au plomb.

En fondant simplement ensemble un mélange de ces deux métaux, on trouve, après le refroidissement, qu'ils forment deux couches distinctes, contenant chacune une faible quantité de l'autre métal.

Mais M. Goulin prétend être parvenu à allier ces deux métaux en toutes proportions, en mettant des disques de plomb dans un creuset, les suspendant de cobalt, puis de charbon, afin d'empêcher tout accès de l'air.

Parties égales de plomb et de cobalt produisirent ainsi un alliage dans lequel les deux métaux paraissent être assez uniformément distribués, quoique, dans quelques cas, le plomb domine.

Cet alliage était cassant, susceptible d'un meilleur poli que le plomb, auquel il ressemblait plutôt qu'au cobalt. Sa pesanteur spécifique était 8,49.

2 parties de plomb et 1 de cobalt donnaient un alliage uniforme, ressemblant plus au cobalt qu'au plomb; très-peu malléable et plus mou que ce dernier métal. Sa pesanteur spécifique était 8,28.

4 parties de plomb et 1 de cobalt formaient un alliage encore plus cassant, ayant la cassure du cobalt, mais le poli du plomb. Cet alliage était plus dur que le plomb.

6 parties de plomb et 1 de cobalt fournirent un alliage plus malléable et plus dur que le plomb. Sa pesanteur spécifique était 8,55.

Enfin, avec 8 parties de plomb et 1 de cobalt, M. Gaudin obtint un alliage encore plus dur que le plomb et susceptible d'un meilleur poli. Il était aussi malléable que le plomb, et sa pesanteur était 8,78.

Selon M. Berthier, le cobalt ne forme pas de véritables alliages avec le plomb, mais ce métal peut dissoudre une quantité très-notable de cobalt.

Quand on chauffe très-fortement dans un creuset braqué un mélange de litharge et d'oxide de cobalt, on obtient, d'après M. Berthier, un culot de plomb qui renferme à son centre un bouton de cobalt; celui-ci est très-cassant, et tout porte à croire qu'il est mélangé d'un peu de plomb. Quant au plomb, il est parfaitement ductile, mais très-fortement magnétique, et l'analyse fait voir qu'il renferme 0,04 à 0,05 de cobalt.

On obtient aussi, selon M. Berthier, du plomb chargé de 0,04 à 0,05 de cobalt, en chauffant au creuset braqué, à 50°, de l'oxide de cobalt avec vingt fois son poids de litharge.

155. Cuivre et Palladium.

Ces deux métaux peuvent se combiner ensemble; leur alliage est dur et cassant.

M. Chevreux ayant fait fondre ensemble, dans un creuset, parties égales de ces deux métaux, obtint un alliage très-peu malléable, fragile, d'un gris-jaunâtre, plus dur que le fer forgé, mais attaquable par la lime et prenant sous la lime une couleur plombée. Sa pesanteur spécifique était 10,388.

136. *Cuivre et Platine.*

Ces deux métaux s'allient par la fusion en toutes proportions, et forment des alliages ductiles ou aigres, jaunes, roses ou blancs, suivant les proportions; le platine fait disparaître facilement la couleur du cuivre, et il faut beaucoup moins de platine que d'argent pour altérer la couleur du cuivre. La préparation de cet alliage exige un haut degré de chaleur.

À parties égales des deux métaux, l'alliage est d'un rouge clair et sans ductilité, selon plusieurs chimistes; mais d'après M. Clarke, cet alliage serait d'un jaune d'or et ductile.

Un vingtième de platine, selon les uns, ou un vingt-sixième, selon d'autres, donne au cuivre une couleur rose. L'alliage est ductile, à grain fin et se conserve mieux à l'air que le cuivre pur.

D'après M. Hatchett, une proportion de platine de un dixième et selon M. Ure, celle de un vingt-cinquième ou même moins, donne au cuivre la couleur de l'or, le rend plus dur, susceptible d'un plus beau poli, d'un grain plus lisse et bien moins sujet à l'oxydation, et moins attaquable par les acides.

4 parties de cuivre sur 1 de platine donnent, suivant M. Cadet, un alliage ductile, quoique dur, insoluble à l'air et susceptible d'un très-beau poli.

Selon M. Berthier, l'alliage composé de :

Platine. . .	1213. . .	1 at. . .	0,606
Cuivre. . .	784. . .	1 id. . .	0,395

se fond à 150° en un culot malléable qu'on peut réduire en feuilles très-minces au laminoir; mais ces feuilles sont raides et ne peuvent pas être pliées sans se casser. Cet alliage a absolument la même couleur que le platine.

On emploie avec avantage certaines combinaisons de ces deux métaux pour la confection des miroirs de télescopes, parce qu'elles sont susceptibles de recevoir un très-beau poli.

M. Stromer a proposé de mettre sur les vaisseaux de cuivre une couche de platine au lieu de celle d'étain qui en forme l'étamage. Son procédé consiste à frotter un amalgame de platine sur le cuivre, et à l'exposer alors à une chaleur convenable pour en chasser le mercure.

C'est au docteur Lewis qu'on doit, suivant M. Thomson, les premières expériences sur l'alliage du cuivre avec le platine.

Selon M. Berzélius, l'analyse de cet alliage peut se faire aisément de la manière suivante : on traite par l'eau régale,

ensuite on précipite le cuivre par le zinc; on traite le précipité par l'acide nitrique, et la plombe reste.

153. Cuivre et Plomb.

Le plomb ne se combine que difficilement au cuivre et seulement lorsqu'il est fondu à une température assez élevée pour le faire bouillir et répandre des fumées, c'est-à-dire au rouge-blanc. Si on projette alors des morceaux de cuivre dans le plomb en fusion, le cuivre disparaît ensuite; mais pour que l'alliage se conserve, il faut se hâter de le couler et de le refroidir.

L'alliage ainsi formé est gris, cassant lorsqu'il est froid et à texture grenue. Suivant M. Kragg, sa pesanteur spécifique est inférieure à celle moyenne des deux métaux. L'union entre les deux métaux est très-faible.

D'après M. Berthier, ces deux métaux ne paraissent même pas pouvoir produire de véritables alliages. Lorsqu'on les fond ensemble, ils se mêlent intimement, dit-il; mais après le refroidissement, le métal présente des parties rouges, ce qui annonce un commencement de séparation des deux métaux.

On emploie, dit-on, quelquefois cet alliage dans les imprimeries, pour les grands caractères. M. Cadet prétend qu'il est alors composé de 100 parties de plomb et de 25 parties de cuivre.

Quand on chauffe l'alliage de cuivre et de plomb jusqu'à la température où le plomb entre en fusion, ce dernier métal s'écoule et le cuivre reste presque pur, sous forme d'une masse poreuse. Ce procédé s'appelle *liquation*. Si le mélange contient de l'argent, celui-ci est entraîné par le plomb.

Selon M. Karsten, le cuivre raffiné, c'est-à-dire allié avec la quantité de plomb convenable pour être liquidé, contient environ 0,32 de cuivre et 0,78 de plomb, l'alliage liquidé contient 0,70 de cuivre et 0,30 de plomb; et le plomb qui s'écoule pendant la liquation contient, depuis le commencement jusqu'à la fin, environ 0,025 de cuivre.

On chauffe l'alliage liquidé au contact de l'air sans le fondre; il s'en sépare encore une grande quantité de plomb à l'état de litharge, et l'alliage ressué n'en retient plus qu'environ 0,15.

Lorsqu'on expose à l'air un alliage de cuivre et de plomb fondu, les deux métaux s'oxydent en même temps, mais

dans une proportion relative différente, et qui dépend de la composition de l'alliage et du degré de chaleur : terme moyen, le métal oxydé contient quelquefois autant de plomb que de cuivre; en sorte que si l'alliage renferme une plus forte proportion de cuivre, le surplus se trouve exempt de plomb à une certaine époque de l'opération. Quand l'alliage contient des métaux solubles, ces métaux se sacrifient avec l'oxyde de plomb, et il n'en reste pas dans le cuivre.

Le cuivre préparé à *Fahlun* et à *Stettinberg* (Suède), contient souvent un peu de plomb, provenant de la galène disséminée dans la mine de cuivre.

Le cuivre recuite de *Drontheim*, en Norvège, en renferme également un peu. Selon M. *Berthier*, il est composé de :

Cuivre. . . .	0,885
Plomb. . . .	0,005
	1,000

Ce cuivre est recherché pour la fabrication du laiton.

M. *Berthier* a fait aussi l'analyse des scories provenant de diverses mines où l'on raffine le cuivre; il a trouvé que celles de la fabrique de laiton de *Fremelone* (Ardennes) étaient composées de :

Plomb. . . .	0,516	} 0,562
Cuivre. . . .	0,304	

et celles d'une usine de Liège où l'on raffine dans des creusets le cuivre de Norvège et de Russie, de :

Cuivre. . . .	0,08	} 0,21
Plomb. . . .	0,15	

M. *Hatchett* s'est assuré qu'on ne peut employer le cuivre pour l'allier à l'or, à moins qu'il ne soit exempt de plomb; car la plus petite partie de ce dernier métal, quoique trop peu sensible pour affecter le cuivre lui-même, produit un effet nuisible sur la ductilité de l'or.

Le cuivre recuite de Hongrie ne contient pas de plomb.

Parmi les minéraux de cuivre sulfurés, il y en a qui forment des sulfures multiples et dont la famille est désignée sous le nom de cuivre gris. Dans ce nombre, se trouvent plusieurs variétés de cuivre gris plombéux (*bley schalen*).

La plupart des minéraux de ce groupe se rapportent à une espèce unique à laquelle on a donné le nom de *Bourmonite*. Elle est d'un gris de plomb foncé, à cassure inégale, tendre,

se laissant couper au couteau. Sa pesanteur spécifique est de 5,765.

Il résulte des expériences faites par M. Fournet, que le plomb pur, à la chaleur d'environ 50° pyrométriques, perd, en une heure, 0,04 de son poids, par la vaporisation, et que le cuivre dont il serait allié ne modifie pas cette vaporisation.

138. Cuivre et Potassium.

Selon M. Darcy, le cuivre peut s'unir au potassium, et les alliages ainsi formés décomposent l'eau ; mais leurs propriétés n'ont pas encore été particulièrement examinées.

D'après M. Stradaus, le cuivre ne peut s'allier au potassium, par le moyen du tartre.

139. Cuivre et Rhodium.

Le rhodium s'allie au cuivre ; par exemple, 1 partie de rhodium pour 3 parties de cuivre, se fondent très-bien.

Ces alliages sont ductiles quand le rhodium y est en petite quantité. Ils sont entièrement solubles dans l'eau régale.

140. Calcium et Sélénium.

D'après M. Berzélius, en chauffant jusqu'au rouge naissant un mélange de sélénium et de chaux pure, ces deux corps s'unissent et donnent naissance à une masse affaiblie, noire ou d'un brun foncé, qui, après le refroidissement, n'a ni odeur, ni saveur et ne se dissout point dans l'eau. À l'état de poudre, elle a une couleur brun-foncé, et les acides en séparent du sélénium en flocons rouges gonflés ; ce qui prouve, selon M. Berzélius, que le sélénium et la chaux n'y étaient pas simplement mêlés. Cette masse est du séléniate de calcium contenant en mélange du silicate de calcium. En la chauffant jusqu'au rouge, elle abandonne du sélénium et on obtient du séléniate de calcium d'une couleur claire, rouge-brun.

M. Berzélius a obtenu du séléniate de calcium cristallisé, en faisant décomposer peu à peu, par l'air, une dissolution de chaux dans l'acide hydroséleux qui se trouvait dans un flacon mal bouché. La liqueur se décolore, et il se dépose sur les parois du verre de petits cristaux brun-foncé, opaques, qui, autant qu'on peut en juger, étaient des prismes quadri-

laïres, tranquille obliquement au sommet. La liqueur contenait encore du la chaux en dissolution.

141. Cobalt et Sélénium.

Le sélénium s'unit au cobalt directement et avec dégagement de lumière. Il en résulte une masse fondue, d'un gris foncé, dense de l'éclat métallique et d'une cassure lamellaire. Ce sélénure est très-fusible.

142. Cuivre et Sélénium.

Le cuivre et le sélénium s'unissent avec un phénomène de lumière semblable à celui qui accompagne la combinaison du cuivre avec le soufre. On obtient facilement ce sélénure de cuivre en chauffant jusqu'au rouge, dans un creuset, un mélange de ces deux corps. Ce sélénure est formé d'une proportion de chaque élément. Il est d'un gris d'acier foncé, sa cassure est compacte, et il ressemble, quant à l'aspect, au proto-sulfure de cuivre ou sulfure gris. Il fond bien au-dessous de la chaleur rouge.

Ce sélénure de cuivre se trouve dans la nature ; on l'a rencontré dans la mine de cuivre de Strickarum, dans le Suède, en Suède, et au Harz.

Le sélénure de Suède, qui a été découvert par M. Wernadotte, est mat à l'extérieur, mais d'un gris métallique dans les fractures, tendre, malléable et susceptible de prendre le poli. Il se trouve disséminé sous forme de végétations dans de la chaux carbonatée lamellaire et de la serpentina. Au chalumeau, sur le charbon, il se fond en une boule grise demi-malléable, et développe une très-forte odeur de sélénium. Dans le tube ouvert, il donne un sublimé rouge de sélénium, et un autre sublimé blanc cristallisé d'acide sélénieux, et il développe pendant très-long-temps l'odeur du sélénium. Après un long grillage on en extrait un grain de cuivre à l'aide de la soude. — Il est inattaquable par l'acide hydrochlorique. — Il est composé de :

Cuivre. . . .	0,6147
Sélénium. . . .	0,3853

Quand on fait passer le gaz hydrogène-séléné à travers une dissolution de sulfate de deutroxyde de cuivre, il se précipite à l'instant de gros flocons noirs qui deviennent gris foncé par la dessiccation. C'est un blanchâtre de cuivre, c'est-à-

dire contenant deux fois autant de silicium que le silicium précédent, qui forme ainsi un proto-siliciure de cuivre.

Lorsqu'on calc ce bis-siliciure, il donne un trait métallique gris.

Soumis à la distillation, il abandonne du silicium et laisse le proto-siliciure de cuivre.

143. Cuivre et Silicium.

M. Berthier dit que le cuivre s'unit au silicium quand on réduit ces deux corps ensemble.

144. Cuivre et Sodium.

M. Duvy établit en fait que le cuivre peut s'unir au sodium et que les alliages ainsi formés décomposent l'eau ; mais leurs propriétés n'ont pas été particulièrement examinées.

145. Cuivre et Tellure.

D'après M. Berthier, il est facile d'unir, par la fusion, le cuivre au tellure, et l'alliage est d'un rouge pâle, quand ce dernier métal y est en faible quantité.

146. Cuivre et Titane.

MM. Fouquetin et Becht essayèrent, sans succès, de former des alliages avec ces deux métaux, et il n'est point à notre connaissance que ces tentatives aient été renouvelées.

147. Cuivre et Tungstène.

Ces deux métaux peuvent s'unir l'un à l'autre.

MM. d'Éthampart ont fait un mélange de 100 parties de cuivre et de 50 parties d'oxide jaune de tungstène, avec une quantité convenable de charbon, et ils ont exposé ce mélange dans un creuset, à une chaleur suffisante.

Ils ont obtenu ainsi un calet d'un rouge cuivreux, approchant du brun foncé. Il étoit spongieux, un peu ductile, et de 155 parties.

D'après M. Berthier, l'alliage composé de :

Cuivre.	. . .	0,20	13 st.
Tungstène.	. . .	0,20	1 cl.

est malléable et plus dur que le cuivre. Il a la même couleur que ce métal, et il prend un grand éclat lorsqu'on le polit.

Suivant le même auteur, l'alliage que l'on obtient en

chauffent dans un creuset braqué, à 150° p., un mélange de 3 atomes de deutéride de cuivre et 1 atome d'acide tungstique, et qui contient par conséquent

Cuivre.	. . .	0,40	3 at.
Tungstique.	. . .	0,60	1 id.

ne se fond pas complètement, et donne un calet scoriforme d'un rouge de cuivre, demi-dur et dur.

148. Cuivre et Uran.

L'uran ne s'a pas encore uni directement au cuivre, ni à aucun autre métal. Mais, selon M. Thénard, en chauffant les uranates de cuivre, dans un tube à travers lequel passe un courant de gaz hydrogène, l'on obtient de l'eau et une matière perdue qui, refroidie dans le gaz, a la propriété de prendre feu, comme un pyrophore, dès qu'elle a le contact de l'air. Or, il est démontré que cette matière est un alliage d'uran et de cuivre.

149. Cobalt et Zinc.

On ne parvient pas facilement à unir ces deux métaux par la fusion; quelques chimistes prétendent même qu'il est impossible de les allier. Il y a donc encore incertitude à cet égard.

Cependant M. Berthier dit que le cobalt s'allie très-bien avec le zinc.

150. Cuivre et Zinc.

Ces deux métaux sont susceptibles de s'allier dans presque toutes les proportions. Cependant, d'après les expériences de M. Kragg, que nous rapporterons plus bas, il paraît que la plus grande proportion de zinc qui puisse rester unie au cuivre à une chaleur rouge, est à peu près; voyez les allages nos 1 et 2; celle qui résulte de 3 atomes de cuivre pour un atome de zinc.

Selon M. Berthier, on prépare les alliages de cuivre et de zinc, soit en plongeant des morceaux de zinc dans un bain de cuivre rouge recouvert de charbon, soit en faisant chauffer dans des creusets, à la chaleur blanche, un mélange intime de calamine calcinée, de cadmie des fourneaux ou de blende grillée et de charbon avec du cuivre rouillé. L'oxide de fer qui se trouve dans ces diverses matières est réduit à l'état

métallique par le charbon, mais il ne s'en combine pas un atome dans l'alliage. Les alliages préparés par ce dernier moyen ne renferment jamais plus de 0,25 de zinc; on les nomme arcet. Pour saturer celui-ci, l'on y introduit des morceaux de zinc pendant qu'il est en fusion.

Il n'est pas facile en outre d'agir par la fusion ces deux métaux en proportions considérables, parce que le zinc est volatil et volatilisé à une température bien inférieure à celle nécessaire pour fondre le cuivre, mais ils s'allient très-bien par la cimentation.

En formant directement cet alliage, par la fusion des deux métaux, il faut opérer avec circonspection, parce que les métaux s'échauffent au moment de leur union et sont ordinairement lancés de tous côtés avec explosion, quand ils atteignent l'un et l'autre la température du cuivre fondant.

Le zinc exerce une très-grande influence sur la couleur du cuivre. Suivant M. le docteur Leveillé, qui a fait un grand nombre d'expériences à ce sujet, une très-petite proportion de zinc suffit pour étendre la couleur du cuivre, l'affaiblir et le rendre pâle.

Lorsque le cuivre a pris un dixième de son poids de zinc, le couleur tend au jaune. Cette nuance va toujours en augmentant à mesure que la proportion du zinc s'accroît, jusqu'à ce que le poids de ce métal dans l'alliage soit égal à celui du cuivre. Si, au-delà de ce terme, la proportion du zinc augmente, l'alliage devient pâle de plus en plus et à la fin il est blanc.

D'après les expériences de M. Berthier, les alliages de cuivre et de zinc qu'il renferment moins d'un tiers de leur poids de zinc, c'est-à-dire un atome pour deux atomes de cuivre, sont très-malliables et très-tendres à froid et à une température peu élevée. Quand la proportion du zinc dépasse 0,34, les alliages sont d'autant moins tendres que cette proportion est plus forte; on en emploie cependant dans lesquels le zinc entre pour près de moitié, mais ils ne servent que pour confectionner des objets de menuiserie et on ne les utilise jamais à l'action du marteau.

Lorsqu'on expose les alliages de cuivre très-chargés de zinc à une très-forte chaleur blanche, ils retiennent environ 0,465 de ce métal, c'est-à-dire un atome pour 2 atomes de cuivre; mais à la chaleur d'un four de fer, ils l'abandonnent presque en totalité. Une expérience qualitative, répé-

de plusieurs fois par M. Berthier, et qui consistait à fondre dans un creuset braqué, à la chaleur de 1400° pyrométriques, 15 gr. de cuivre avec 5 gr. de grenailles de zinc, à prouver que le cuivre ne retenait, à cette température, que 0,04 à 0,05 de zinc tout au plus, mais en même temps, qu'il n'était pas possible de l'en débarrasser complètement et qu'ainsi on ne pouvait pas faire par ce moyen une analyse exacte de cet alliage, comme quelques personnes l'ont proposé. Quand on tient les alliages de cuivre et de zinc en fusion en contact de l'air, et qu'en agite le bain, il s'en exhale du zinc en vapeur, qui brûle dans l'atmosphère en produisant une flamme blanche et éblouissante, et l'oxide de zinc qui résulte de cette combustion retombe sur les corps environnents sous forme de flocons filamenteux légers et d'un blanc de neige. C'est ce qu'on appelle neige phosphorique ou pompholix. En enlevant continuellement la couche d'oxide qui recouvre l'alliage fondu, on peut séparer complètement le zinc du cuivre tout comme on en sépare l'arsenic.

Le zinc rend le cuivre plus dur, plus flexible et moins oxydable.

On fait usage dans les arts d'un grand nombre d'alliages de cuivre et de zinc, préférentiellement au cuivre, tant en raison de leurs qualités que parce qu'ils sont d'un prix moins élevé.

Le plus connu et le plus utile de ces alliages constitue le laiton. Il était déjà connu des anciens qui le désignaient sous le nom d'*aurichalcum*. Ils en distinguaient trois sortes : le cuivre des montagnes, dont parle *Hésiode* ; le cuivre de Carthage, résultant de la fonte des statues après la prise de la ville ; et le cuivre jaune ordinaire fait en fondant le cuivre avec le calamine.

Les modernes ont distingué un plus grand nombre de ces alliages par des noms tombés la plupart en désuétude. Ce sont :

Le laiton ou cuivre jaune ; le métal du Prince, préparé pour la première fois en 1682, par le prince Robert ; le *Pinchbeck* ; l'or de Mannheim ; le *chrysocele* ; le *similor* ; le *potin*, l'*argent*.

Le laiton constitue l'alliage employé dans les usages ordinaires de l'industrie. On en fait des instruments de mathématiques, de physique, de chimie, des roulettes, des truelles, des poulies, des chaudières, etc. On le tire aussi à la filière pour en faire des épingles, des cordes d'instruments, des filons métalliques, etc. On le lamine en lames plus ou moins

épaisses pour les trevans, les chenilles, etc., et en feuilles minces qui portent le nom de cinquante. Enfin le laiton est souvent confondu dans le commerce avec le bronze. Les bronzes durs sont presque toujours en laiton.

Le laiton ou cuivre jaune est ordinairement formé, d'après M. Thénard, d'environ 3 parties de cuivre et de 1 partie de zinc; ou selon M. Berthier, d'à peu près

3. pt. cuivre.	0,60	408
1. pt. de zinc	0,34	51,50

Il est jaune, très-mallable et très-ductile à froid, fragile au-dessus du rouge écarlate, beaucoup moins bon conducteur du calorique que le cuivre, plus faible que celui-ci, quoiqu'il n'entre en fusion qu'au-dessus de la chaleur rouge; exposé à un violent feu de forge, il laisse dégager presque tout le zinc qu'il contient, ainsi que le constatent les expériences de M. Berthier. Il ne s'oxide que très-lentement dans l'air humide; à la température ordinaire, il absorbe au contraire facilement l'oxigène de l'air à l'aide de la chaleur, en donnant lieu à de l'oxide de zinc et à de l'oxide de cuivre.

Le densité du laiton varie, suivant M. Darcourt, de 7,8 à 8,5, parce que la composition de cet alliage n'est pas constante. Brisson établit celle du laiton ordinaire fondus, à 7,824; le docteur Watson trouve que la densité d'un échantillon de feuilles de laiton de Bristol était, 8,441. Suivant M. Berthier le pesanteur spécifique du laiton ordinaire est d'environ un dixième plus considérable que le calcul ne l'indique. Il y a donc diminution de volume par suite de la combinaison des deux métaux. D'après M. Muckensie, cette réduction de volume est considérable pour un alliage formé de 99,346 gr. de cuivre et 10,653 de zinc, fondus ensemble dans un creuset, puis coulés dans un moule.

Le laiton n'existe point dans la nature. Il se fait tantôt en unissant directement le cuivre avec le zinc métallique, tantôt en chauffant ensemble un mélange de charbon, de cuivre et de carbonate de zinc en calcinant. Le premier procédé s'exécute facilement en mettant le zinc en fond des creusets, le cuivre granulé par-dessus, couvrant les creusets de bouille, et faisant brûler la bouille de la partie supérieure à la partie inférieure. La combinaison s'opère bien et sans perte très-sensible de zinc.

Elle réussit très-bien également, selon M. Desprez, si l'on a le soin d'y ajouter seulement le zinc quand le cuivre est en fusion. A peine le zinc est-il dans le creuset, que la combinaison se fait avec un dégagement considérable de chaleur et de lumière qui occasionne la volatilisation d'une partie du zinc.

Le second procédé n'est pas aussi simple ni aussi sûr que le premier, parce que le carbonate de zinc naturel renferme assez souvent du silicate de zinc difficile à réduire, des carbonates de plomb, de fer, de chaux, de magnésie, de l'hydrate de fer, et quelquefois de la galène. On grille d'abord le minerai pour le diviser et pour brûler, du moins en partie, le soufre qu'il pourrait contenir; après quoi on le réduit en poudre fine entre deux meules, on le blute même avec le tamis pour l'abaisser en poudre plus fine encore : c'est dans cet état qu'en l'employant. On prend 30 parties de cette substance, on la mêle intimement avec 18 parties de charbon et on stérilise ce mélange dans de grands creusets, avec 50 parties de cuivre en lames, en plutôt en grenailles. Ces creusets étant convenablement chargés, doivent être exposés à l'action d'une haute température. L'oxide de zinc se réduit, et le zinc se combine avec le cuivre, à peu près dans le rapport de 1 à 4. La combinaison étant faite, on retire les creusets du feu, on réduit l'alliage, appelé alors orot, de plusieurs creusets en un seul, on le met en pleine fusion, on y ajoute la quantité de zinc nécessaire pour constituer le laiton, et on le coule en planches du poids de 40 à 50 kilogrammes, dans des moules ordinairement de gruit.

M. Croeur indique le procédé suivant, qui paraît être en crédit également. La calamine pulvérisée, après avoir été mêlée avec une quantité égale de charbon et une portion d'argile, est ensuite bien tassée dans le vaisseau de fusion, et l'on place au-dessus une quantité de cuivre s'élevant aux deux tiers du poids de la calamine, et qu'en recouvre de charbon. Par ce moyen, le zinc volatilisé s'élève et convertit le cuivre en laiton : celui-ci se fond; mais comme il ne peut pas traverser le mélange argileux, qui a acquis de la consistance par la calcination, il ne se trouve pas en contact avec les métaux étrangers, et il ne peut contenir que la petite quantité de ces métaux qui est volatilisée à la faveur du zinc.

M. Croeur recommande aussi de mêler ensemble 5 parties de calamine, 5 parties de charbon et 6 parties de cuivre, et il dit que le poids du laiton doit excéder celui du cuivre d'en moins un quart et même un tiers.

Dans les fabriques de laiton où l'on emploie du cuivre en gros, on se sert ordinairement du procédé suivant pour faire cette granulation. On verse le cuivre fondu à travers des plaques de fer percées de petits trous et lutées avec de l'argile, dans une masse d'eau de 4 pieds environ de profondeur. On a soin de renouveler cette eau continuellement, afin de prévenir les explosions dangereuses qui pourraient avoir lieu. Il convient aussi de ne verser le cuivre que par petites quantités à la fois.

Il paraît, ou plutôt les expériences de M. Bosché, de l'Algèr, mettent hors de doute, qu'on peut remplacer le carbonate par le sulfure de zinc ou la sténde dans la préparation du laiton : il suffit pour cela de le griller dans un four à réverbère; elle se convertit en gaz sulfureux, qui se dégage, et se oxide de zinc sensiblement pur : du moins le laiton qui en provient est tout aussi bon que celui qui est fait avec le carbonate naturel.

Les fabricants emploient ordinairement 20 de carbonate de zinc et 10 de sténde ou de sulfure des hauts-fourneaux.

Les différents laitons employés en France renferment à peu près le cuivre et le zinc dans le même rapport. Ils présentent néanmoins quelques variétés qui les rendent propres à tel ouvrage plutôt qu'à tel autre, suivant les qualités que ces ouvrages exigent.

Ainsi, le laiton, pour le travail au marteau, doit réaliser les mêmes conditions que le laiton pour fils; sa ductilité doit même être plus grande; ce qui s'obtient en augmentant un peu la dose du cuivre, et surtout en excluant le plomb et l'étain avec le plus grand soin.

Voici, d'après M. Dumas, l'analyse du laiton de Romilly, très-estimé pour le travail au marteau :

Cuivre.	70,1
Zinc.	29,9

100,0

M. Cooper dit que dans beaucoup de manufactures françaises on se sert de 35 de cuivre rouge, 35 de vieux cuivre jaune, 40 de calamine et 20 à 25 de charbon.

En Saxe, c'est avec la cadmie qu'on ramasse dans les fours à réverbères qui servent à griller des mines de plomb mêlées de zinc, et non avec la calamine, qu'on fait le laiton. Selon

M. Schwedensberg, en emploie 50 parties de cuivre, 40 à 45 parties de cadmès et deux fois son volume de charbon de bois.

En Allemagne et en Suède, du moins si les proportions établies par M. Hauerberg sont exactes, les laitons renferment seulement d'en quart à un cinquième de zinc.

M. Cooper dit qu'en Suède les proportions des mélanges sont de 50 parties de cuivre rouge, 20 à 30 de vieux laiton, 40 de calamina, avec une quantité de charbon dont la proportion n'est point indiquée.

On fait aussi en Allemagne une belle espèce de laiton en feuilles, que l'on suppose être le produit de la cimentation de plaques de cuivre avec la calamina; M. Ure dit qu'en le vend à très-bon marché en Angleterre, sous le nom d'or de Hollande, ou métal Hollandois; ces feuilles n'ont qu'environ un soixante-millième de ponce anglais d'épaisseur.

Le laiton de Hollande qui convient le mieux, dit-on, pour les objets d'horlogerie, etc., paraît être, selon M. Thomson, un composé de 2 atomes de cuivre et de 1 atome de zinc.

Le laiton anglais consiste, d'après le même chimiste, en 2 parties de cuivre en poids et 1 partie et un huitième de zinc, ce qui est équivalent à 1 atome de chaque métal. M. Thomson considère cet alliage comme le plus intime et le plus complet. Néanmoins, dans quelques fabriques anglaises, on fait, dit-il, un laiton qui contient les 0,33 de son poids de zinc.

Selon M. Cooper, on se sert, dans la plupart des mines de l'Angleterre, de 45 livres de cuivre et 60 livres de calamina, et en obtenant entre 60 et 70 livres de laiton; on porte le moyenne des produits à 68 livres, ce qui fait un peu plus de 150 livres de laiton pour 100 livres de cuivre.

MM. Porter et Hamilton, patentés pour la fabrication du laiton, font usage de parties égales de cuivre et de zinc, fondus à la plus basse température à laquelle le cuivre se fond; après avoir agité ensemble ces métaux, de manière à produire une parfaite combinaison, ils ajoutent une nouvelle quantité de zinc, par petites portions, jusqu'à ce que l'alliage acquière la couleur requise. Si la température du cuivre est trop élevée, une portion de zinc se volatilise et le résultat sera un alliage communément appelé soudure forte; mais si l'opération se fait à une température aussi basse que possible, l'alliage prendra une couleur jaune comme le laiton, et ensuite en ajoutant du zinc par petites portions, le couleur changera au pourpre ou au violet, et finalement

deviendra blanche. Cet alliage peut être fondu en lingot ou sous toute autre forme, et lorsqu'il est refroidi, il présente l'aspect d'un alliage d'or fin et de cuivre; mais il conserve difficilement cette couleur lorsqu'il est refondu, parce que le zinc se volatilise très-facilement, si on élève la température au-dessus du point auquel le cuivre commence à fondre.

M. John Chaptain a obtenu aussi un brevet d'invention en Angleterre, vers l'année 1818, pour la confection du laiton, en combinant le zinc en vapeurs avec le cuivre rouge en plaques fortement échauffées. Son laiton est, dit-on, fort bon.

On peut aussi obtenir de très-beau laiton, selon M. Coquer, au moyen des oxides de cuivre et de zinc. M. Sage en a le premier donné l'idée : mêler, dit-il, 55 parties d'oxide de cuivre, résidu de la calcination du vert-de-gris, qui est très-pur, avec 100 parties de pierre calcaire, 400 parties de flux noir et 50 parties de charbon en poudre; fondre le mélange, et vous trouverez un culot de laiton qui pèsera un sixième de plus que le cuivre qu'aurait produit l'oxide de cuivre, s'il eût été réduit sans addition de calamine.

M. Sage a observé que lorsque l'alliage ne renferme qu'un septième de zinc, il n'en abandonne pas un atome, à quelque température qu'on l'expose, pourvu que l'air n'ait pas d'accès dans le creuset; tandis que quand le zinc dépasse cette proportion, qui semble être un terme de saturation, on peut volatiliser l'excédent même en vase clos.

Le laiton contient presque toujours du l'étain; la proportion en est fort variable, mais ordinairement très-petite, selon M. Berthier. Ce métal ne s'y trouve qu'accidentellement, et provient des vieux ustensiles étamés qui entrent dans sa composition.

Suivant MM. Mochenot et Coquer, les fondeurs qui fabriquent en Angleterre le laiton destiné à être passé à la filière, ou pour la fabrication des chaudières, emploient de la calamine de première qualité, et se prennent une plus forte proportion que lorsqu'ils veulent simplement faire du laiton ordinaire; la dose est, disent-ils, 56 livres de calamine pour 54 livres de cuivre.

Selon M. Coquer, le vieux laiton qui a été souvent refondu, quand il est mélangé avec le cuivre et la calamine, donne du laiton beaucoup plus ductile et plus propre à faire du fil, que celui qui est fait avec du cuivre rouge seul. Le fil de laiton d'Allemagne, et particulièrement celui de Nuremberg,

est, dit-on, plus propre que celui d'Angleterre à faire des cordes d'instruments de musique, mais il est probable, dans l'opinion de M. Cooper, que c'est un préjugé.

Le métal du prince Robert, le pinchbeck, l'or de Manheim, le lombard, le chrysochal et le similor, ne sont que des composés de zinc et de cuivre, dans des proportions particulières, et dont on se sert dans la fabrication de la fausse bijouterie.

Il y a souvent bien peu de différence de composition entre ces alliages; mais ils diffèrent quelquefois par le traitement qu'on fait subir au cuivre qui sert à les produire. Il est digne de remarque qu'on a toujours prescrit pour la fabrication des alliages de ce genre, destinés aux bijoutiers, de soumettre le cuivre à une fusion préalable avec de la potasse.

Le pinchbeck se prépare, suivant M. Mackenzie, en ajoutant 4 parties de zinc à 5 parties de cuivre, lorsque ce dernier métal est en pleine fusion. Mais cet alliage se travaille plus aisément quand on diminue de moitié la proportion du zinc. D'après M. Thomas, la proportion du zinc varie aussi dans cet alliage comme dans le laiton; elle s'élève quelquefois jusqu'à la moitié du tout, et d'autres fois elle est beaucoup moindre. M. Cooper dit que pour faire le pinchbeck il faut fondre ensemble une partie de laiton avec une partie et demie de cuivre. Le couleur du pinchbeck se rapproche beaucoup de celle de l'or; mais cet alliage est cassant ou du moins beaucoup moins malléable que le laiton, suivant que le zinc y entre en plus ou moins grande proportion, et aussi parce que les matières dont on compose le pinchbeck sont souvent impures.

Pour faire le lombard, on emploie, suivant M. Cooper, 3 parties $\frac{1}{3}$ de cuivre rouge et 1 partie $\frac{1}{3}$ de laiton. Cet alliage est ordinairement moins malléable que le laiton.

Il y a des médailles et des monnoies antiques, de similor, de métal de Corinthe, etc. Les plus grandes divisions de l'or, comme les Dupondarii, sont d'un alliage pur de cuivre et de zinc.

M. Tchéard dit aussi qu'on prépare maintenant cet alliage du cuivre et du zinc des objets qui ont tellement l'apparence de l'or, que l'œil le plus exercé est exposé à les confondre avec ce métal. L'une des conditions essentielles est que l'alliage soit composé de 80 de cuivre et de 20 de zinc. Après lui avoir donné la forme qu'on désire, on le plonge pendant quelques secondes dans l'acide azotique du commerce, puis on le lave tout de suite à grande eau, et on le jette dans un vase contenant de l'acide sulfurique extrêmement faible; on

bout de quelque temps, on le retire de l'acide pour le laver de nouveau à l'eau et le frotter dans du son; enfin on l'essuie avec du linge doux, et on le recouvre d'une très-légère couche de vernis de gomme gutta et de rocou, que l'on fait sécher à l'étuve. L'acide azotique enlève beaucoup plus de zinc que de cuivre, et développe la couleur que l'on cherche à obtenir; l'acide sulfurique décape complètement la pièce; le son, en absorbant immédiatement l'humidité, empêche que le cuivre ne se ternisse; le vernis donne la teinte convenable.

Le potin est un alliage très-grossier, qui sert à couler de gros objets d'un travail peu délicat.

L'orcu est un alliage que l'on obtient dans la fabrication du laiton lui-même.

Voici, d'après M. Berzelius, une méthode employée en Angleterre pour transformer la surface du cuivre en laiton, de manière à produire une fausse dorure. On fait bouillir une partie de zinc et 12 parties de mercure avec de l'acide hydrochlorique, du tartre brut et du Pain; on introduit dans cette liqueur le cuivre, dont la surface a été préalablement bien décapée au moyen de l'acide nitrique. Dans ce cas, il n'est pas facile d'expliquer en vertu de quelle affinité le cuivre précipite le zinc, contrairement à l'ordre ordinaire; cependant elle paraît être le suite d'une action électrique, que la présence du mercure met en jeu.

On forme, selon M. Eyn, une soudure ferme pour le laiton, au moyen d'un mélange de cuivre avec un sixième, ou huitième, ou moitié de zinc, mélange dont on peut aussi faire usage pour la soudure ferme du cuivre. Cette soudure se vend en grains dans le commerce, sous le nom de soudure *spelte* (soudure de zinc).

On doit à M. Bergraff de nombreuses recherches sur les alliages du cuivre et du zinc; en voici les principaux résultats, que pourront consulter aussi avec fruit ceux que ces matières intéressent.

N^o des

Alliages. Cuivre. Zinc.

N ^o 1. . . 100 . . 100	{ La moitié du zinc se brûle ou se volatilise pendant la fusion des métaux. L'alliage obtenu se laisse difficilement entamer par la lime, et se brise sous le marteau. Sa cassure est grasse et sa couleur jaune.

N^o des

Alliages. Cuivre. Zinc.

N ^o 2. .	100 .	50	{	Il se brûle ou se volatilise du zinc, mais peu. L'alliage ressemble au précédent.
N ^o 3. .	100 .	33		Il se brûle moins de zinc que dans le n ^o 2. La lime entame l'alliage. Il est un peu malléable; sa cassure est grenue, sa couleur jaune.
N ^o 4. .	100 .	25	{	Il se brûle moins de zinc que dans le n ^o 3. L'alliage est jaune, se laisse entamer sous la lime, s'étend sous le marteau; sa cassure est unie.
N ^o 5. .	100 .	20		Il se brûle encore moins de zinc que dans le n ^o 4. L'alliage est tendre, malléable, à cassure luisante et d'un beau jaune.
N ^o 6. .	100 .	16	{	Il ne se perd presque pas de zinc. L'alliage est d'un jaune plus beau que le n ^o 5. Il est tendre et malléable.
N ^o 7. .	100 .	14		L'alliage est d'un jaune brillant, tendre et malléable.
N ^o 8. .	100 .	12	{	L'alliage est de couleur d'or, d'un grain plus fin que les précédents, tendre et malléable.
N ^o 9. .	100	8 ou 9		Alliage de couleur d'or, très-belle, très-facile à limer, très-malléable; d'un grain très-fin.

Il paraît, d'après ces expériences, que la plus grande proportion de zinc qui puisse rester unie au cuivre à une chaleur rouge, est à peu près (n^{os} 1 et 2) celle qui résulte de 2 atomes de cuivre pour un atome de zinc.

L'alliage ne devient malléable (n^o 4) que lorsqu'on unit au moins 4 atomes de cuivre à un atome de zinc.

Enfin, l'alliage ne prend la teinte de l'or (n^o 8) que lorsque le cuivre s'y trouve dans le rapport de 8 atomes de cuivre pour un atome de zinc.

On connaît plusieurs procédés assez simples pour faire l'analyse du laiton ou de tout autre alliage de cuivre et de zinc, entre autres des deux suivants, dont M. Fauquelin faisait usage. 1^o On traite le laiton par l'acide nitrique étendu, et l'on ajoute de la potasse, qui dissout l'oxide de zinc et précipite celui de cuivre. Ce dernier est lavé, séché et pesé : le cuivre est ainsi connu. On réunit les eaux de lavage; on sature la potasse par un acide, on y verse du carbonate de potasse ou de soude. Tout le zinc est précipité à l'état de carbonate, et par la chaleur on le réduit en oxide. La précipitation par la potasse doit être effectuée dans un flacon bien bouché, parce que les carbonates alcalins dissolvent une certaine quantité de carbonate de cuivre. 2^o Dissoudre dans l'acide sulfurique concentré, étendre la dissolution de vingt fois son volume d'eau et y plonger un bâton de zinc bien décapé et exactement pesé, pour en précipiter le cuivre. Précipiter ensuite le zinc à l'état de carbonate, et retrancher du poids obtenu celui qui provient de la portion dissoute du bâton de zinc; le carbonate de zinc contient 0,538 de zinc métallique, selon M. Düf. D'après M. Fauquelin, ce même carbonate, calciné au creuset de platine, donne un oxide qui représente 0,45 de métal. M. Berthier a trouvé dans le carbonate de zinc artificiel, qui est un hydrate carbonaté, 0,67 d'oxide, qui équivaut à 0,538 de métal.

M. Kostas a proposé assez récemment un autre procédé qu'il croit avantageux. Il dissout le laiton dans l'acide sulfurique mêlé d'acide nitrique. Ce dernier acide est chassé par la chaleur; il ajoute de l'acide sulfurique et précipite le cuivre par le fer, à la température de l'ébullition. Il sépare ensuite le fer, porté au maximum d'oxidation, à l'aide du carbonate d'ammoniaque.

Pour essayer, par voie sèche, les alliages de zinc et de cuivre, il faut, selon M. Berthier, les fondre dans un creuset braqué, à 1500°, avec une certaine quantité de verre terreneux, et calculer la proportion de zinc d'après la perte de poids qui a lieu dans l'essai. Cependant, il faut se souvenir que le cuivre en retient toujours une certaine quantité.

Le degré de pureté du zinc ayant une grande influence sur la qualité de ses alliages avec le cuivre, nous indiquerons ici, d'après les essais de M. Berthier, que le zinc le meilleur et le plus malléable que l'on connaisse, est celui qui provient de la grande mine de Liège, et que MM. Moirissen, auxquels

cette mine appartient, livrent en commerce après l'avoir fait laminer. Il ne contient qu'un peu de fer et une trace de plomb.

M. Lööb a examiné l'action qu'exerce le vinaigre, aidé du contact de l'air, sur le laiton; et en opérant sur un poids de 3 onces ou 87 grammes, il a trouvé qu'en 48 heures le laiton laisse dissoudre. . . . 087 104 de cuivre, tandis que le cuivre rouge n'en laisse

dissoudre pendant le même temps, que 0, 087.

Ce résultat est intéressant à connaître sous le rapport des usages ordinaires.

Au reste, il s'est fait récemment une importante découverte en métallurgie aux usines de Thiesserville, près Gisors, appartenant au général baron d'Arlescourt. On est parvenu, dit-on, à y composer un zinc incristallisable. On prétend que ce zinc, dont la couleur est toute différente de celle du zinc ordinaire, n'a rien à craindre ni des changements de température, ni des eaux de la mer, ni des acides, pas même de l'eau forte, à 18 et 20 degrés, dont il ne reçoit aucune altération, ni dans sa qualité, ni dans sa couleur. Cette découverte permettrait donc l'emploi du zinc pour une foule d'usages auxquels jusqu'ici il était impropre.

Le laiton est susceptible d'être argenté. Voici des notions sur l'art d'opérer cette opération, d'après M. Dornen, qui a fait de récentes recherches à cet égard.

On argente le laiton à chaud ou à froid. Lorsqu'en opère à chaud, on enduit les pièces, préalablement bien découpées au moyen de l'acide sulfurique, avec le mélange argentifère réduit en bouillie; on les fait chauffer sur un feu de charbon jusqu'au rouge faible; on les plonge toutes chaudes dans l'eau, puis on les frotte avec de la crème de tartre pulvérisée; enfin, on recommence les mêmes opérations, mais on ne chauffe les pièces que jusqu'à ce qu'elles ne fument plus.

L'argenteure à froid donne de plus beaux résultats: voici comme on y procède. On frotte avec un mélange convenable les pièces découpées et encore chaudes que l'on veut argenter, on les lave dans l'eau et on les frotte ensuite avec de la crème de tartre en poudre.

On argente encore par fusion, en prenant de l'argent réduit, que l'on mêle avec du bœux et du sel ammoniac, et que l'on étend sur le laiton avant de le faire chauffer.

Les mélanges destinés à l'argenteure renferment du chlo-

rare d'argent, du chlorure de sodium, du sel ammoniac, du sel de verre et de la crème de tartre, employés en proportions très-variées. M. Berzelius a reconnu que pour argenter à chaud, le meilleur mélange doit contenir :

- 1 partie de chlorure d'argent,
- 4 ——— sel marin,
- 4 ——— sel ammoniac,
- et 4 ——— sel de verre ;

et que, pour argenter à froid, il doit être composé de :

- 1 partie de chlorure d'argent,
- 6 ——— de chlorure de sodium,
- et 6 ——— de crème de tartre.

L'expérience a fait voir aussi à M. Berzelius, 1^o que l'on n'argente que faiblement le laiton en le frottant avec du chlorure d'argent pur et sec; 2^o que si l'on humecte le chlorure et qu'on chauffe jusqu'à l'ébullition, le laiton est corrodé, mais non argenté; 3^o que l'argenterie est très-faible lorsque l'on fait chauffer du laiton dans de l'eau tenant du chlorure d'argent en suspension; 4^o que, dans les mêmes circonstances, le cuivre rouge ne décompose pas le chlorure d'argent; 5^o que l'argenterie s'effectue vite et très-bien lorsque l'on frotte les pièces avec un mélange humecté de chlorure d'argent, de chlorure de sodium et de sel ammoniac : ou beaucoup mieux encore, quand on fait chauffer le laiton dans une dissolution concentrée de sel marin ou de sel ammoniac avec du chlorure d'argent; 6^o que les argenteries, préparées comme il vient d'être dit, ont une teinte jaune verdâtre, mais que cette teinte disparaît complètement par le frottement avec la crème de tartre; 7^o enfin, que si l'on frotte une plaque de laiton avec un mélange de chlorure d'argent, de sel marin et de mercure, elle prend l'aspect du mercure; que si on la chauffe ensuite pour volatiliser le mercure, elle prend une teinte noire; mais qu'en la frottant ensuite avec de la crème de tartre, elle prend un aspect blanc agréable, et elle se trouve argenterie très-solide.

154. Étain et Fer.

L'étain, d'après M. Dumas, s'allie en toutes proportions avec le fer; ces alliages sont cassants et plus ou moins fusibles, selon la proportion du fer. Chauffés fortement, ils se fondent; mais à une chaleur douce, il se fait une séparation, une

suprême de liquation. Il s'écoule d'abord une proportion plus ou moins forte d'étain pur, puis de l'étain de plus en plus allié de fer, et il reste un alliage moins fusible, formé d'autres proportions d'étain et de fer, et dans lequel le fer domine. On pratique cette opération en grand pour purifier l'étain ferreux. Il ne faut, selon M. Berthier, qu'une très-petite quantité de fer pour diminuer la malléabilité de l'étain, ternir sa couleur blanche, et lui donner de la dureté. La plus petite trace est détectée par l'action que l'étain exerce sur le barreau aimanté.

M. Berthier dit que ces deux métaux s'allient directement ou lorsqu'on chauffe leurs oxydes avec du charbon ou avec du flux noir.

L'alliage composé de :

Etain.	0,334	4 st.
Fer.	0,649	4 lb.

est d'un gris de fer clair, cristallin et sans cassant pour qu'en puisse le réduire en poudre impalpable.

L'alliage, composé de :

Etain.	0,50
Fer.	0,50

est fusible à 30° p., d'un blanc grisâtre très-cassant, à cassure grenue.

Selvant MM. Bergmann, Karsten et autres, en fondant le fer avec l'étain, on obtient toujours deux alliages distincts dans des proportions constantes : l'un se compose de 24 parties d'étain et d'une de fer; l'autre, de 3 de fer et d'une d'étain. Le premier est malléable et plus dur que l'étain, sans être aussi brillant; l'autre est très-peu malléable et trop dur pour être rogné avec le couteau.

M. Masurel a aussi combiné directement l'étain avec le fer ductile : il a trouvé que le fer imprégné d'étain ne peut se forger, et qu'il tombe en pièces sous le marteau.

Une feuille de fer-blanc, placée entre deux feuilles de tôle, y produit le même effet.

M. Karsten a fait postérieurement, à ce sujet, des essais d'affinage dans les forges de la Silésie : il en est résulté qu'un pour cent d'étain, ajouté à la fonte, rend le fer extrêmement fragile à froid; mais il n'est point rouvert et se laisse très-bien forger à chaud, en donnant continuellement des vapeurs

blanches qui se condensent sur l'enclume et sur le marteau.

L'analyse n'a montré que 0,19 p. $\frac{1}{100}$ d'étain dans ce fer dont la résistance était considérablement diminuée. Une même quantité de phosphore ne produirait point d'effet sensible sur le qualité du fer. M. Karsten en conclut que les maîtres de forges doivent se délier de l'étain; on le rencontre souvent, dit-il, en affinant le feraille.

La fonte contenant de l'étain a une texture aussi fine que l'acier; elle est très-souple; elle peut recevoir un très-beau poli, et possède une grande dureté sans se fonder aussi facilement par les secousses, et sans se rouiller aussi vite que la fonte ordinaire.

M. Rimsaen propose de l'employer pour plusieurs objets d'ornemens, pour des miroirs métalliques et pour des cloches surmont, parce que cette fonte possède une grande facilité.

M. Rimsaen trouve que tous les alliages de fer et d'étain qu'il prépare, acierassent la peau et le tôle comme l'étain, dont ils avaient aussi l'odeur particulière et désagréable, pour peu qu'ils contiennent plus d'un dixième d'étain.

L'oxide d'étain, fondu avec du fer, revient à l'état métallique.

D'après MM. Macquer et Leachardé, une petite addition de fer donne à l'étain un beau poli.

Avec 1 partie de fer et 2 d'étain, on obtient un alliage ductile, étirable à l'aiguille et ayant une cassure gris-fermé. La proportion de 2 $\frac{1}{2}$ p. $\frac{1}{100}$ de fer suffit déjà pour rendre l'étain étirable à l'aiguille.

En faisant fondre ensemble parties égales de fer et d'étain, on obtient une masse blanche, cassante, d'une densité inégale parce qu'il s'en sépare un peu de fer pendant le refroidissement.

L'étain est un puissant dissolvant du fer : 20 parties d'étain nous ont suffi pour mettre en fusion 100 parties de feraille de fer, à une température qui, sans cela, eût été loin de pouvoir provoquer ce résultat. J'ai même réussi quelquefois à liquéfier du fer forgé avec seulement 10 p. $\frac{1}{100}$ d'étain.

Cet premier alliage a présenté les caractères suivants :

Cassure unie et compacte; gris-clair, mate;

Sous le lime, couleur gris d'acier, éclatante;

Sous la meule, même couleur.

Cet alliage était très-dur et cassant. Il avait la lime. Un autre alliage, formé avec 100 parties de fonte de fer et une

partis d'étain, a présenté une cassure unie, légèrement grasse; d'une couleur gris-clair, mate.

Couleur sous la lime : blanc-grisâtre, éclatante;

Même couleur sous la meule.

Cet alliage était également cassant et très-dur.

L'étain manifeste déjà son affinité pour le fer, à la température de la fusion; il s'attache alors à la surface de ce métal, et fournit ainsi un excellent moyen de la protéger contre la rouille; c'est ce qu'on appelle *étamage* ou *mise au tain*.

La tôle, recouverte d'étain, porte le nom de *fer-blanc*, et sert à une infinité d'usages. C'est un alliage de fer et d'étain; c'est du fer recouvert de plusieurs couches d'étain, dont les unes sont alliées au fer, et les autres simplement superposées. Le fer-blanc présente l'aspect de l'étain : il en a l'éclat et la couleur. Il conserve son brillant à l'air, mieux que l'étain lui-même, en raison, selon M. Dumas, de l'action galvanique qui se produit entre les deux métaux, l'étain étant négatif à l'égard du fer. Mais la moindre fissure, qui met le fer à découvert, ne tarde point à occasionner une tache de rouille; car, en raison de cet effet galvanique, le fer est devenu plus oxydable qu'il ne le serait par lui-même. Quand les feuilles de tôle sont très-minces, il y a pénétration par l'étain : la feuille est blanche dans son intérieur, plus facile à couper et plus malléable.

La tôle destinée à la fabrication du fer-blanc doit être de première qualité : on la laisse quelques minutes dans l'acide hydrochlorique étendu de 8 parties d'eau environ; on la place ensuite dans un four porté à une température rouge pour détacher les écailles d'oxide. On la lamine de nouveau entre des cylindres de fonte dure; on replonge les feuilles de tôle pendant 42 heures dans l'eau rendue acide par le son fermenté, puis dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique; enfin, dans l'eau pure, où on les nettoie encore avec le grès, et on les tient couvertes d'eau fraîche jusqu'au moment où elles doivent être plongées dans l'étain. On remplit un pot de fer de parties égales d'étain en saumon, et d'étain en grain, et l'on porte la chaleur aussi loin que possible, sans enflammer la graisse qui recouvre le bain. Les feuilles de fer sont tenues pendant à peu près une heure dans un pot rempli de graisse, avant de les plonger dans l'étain. On les laisse dans ce dernier à peu près une heure et demie; on enlève ensuite l'excès d'étain en les chauffant d'abord sur des grilles en fer

et en les plongeant dans un bain d'étain pur; enfin, on les frotte avec une brosse; et, pour faire disparaître les traces de la brosse, on les plonge une dernière fois dans un bain d'étain.

Tel est le procédé suivi en Angleterre et décrit par M. Samuel-Parkes. Il diffère peu de celui des fabriques françaises. Le fer-blanc anglais avait obtenu, jusque dans ces derniers temps, la prééminence sur le fer-blanc français; mais depuis quelques années il s'en fait en France qui ne laisse rien à désirer.

En Angleterre, on emploie pour cette fabrication l'étain appelé *grainfin*, et M. Thomson dit qu'il est d'usage d'ajouter un dixième de cuivre à l'étain, afin d'empêcher qu'il ne forme sur le fer des couches trop épaisses.

Les fourchettes de fer s'étament par un procédé analogue à celui décrit ci-dessus; il consiste à les rôtir avec du salin, à les plonger dans un bain d'étain couvert de sel ammoniac, et à les frotter avec des éponges.

Lors de la première immersion des feuilles de tôle dans le bain d'étain, il se forme, suivant M. Dumas, un alliage de fer et d'étain avec excès de fer, et un alliage de fer et d'étain avec excès d'étain. Le premier reste adhérent à la surface de la feuille, le second se dissout dans le bain et s'en sépare en mûle sous forme d'éclumes qui viennent nager à la surface. Quand on retire la feuille du bain d'étain, une partie de ce métal reste adhérente à la surface et se solidifie. Le fer-blanc est donc formé d'une lame de tôle, d'un alliage de fer et d'étain, enfin d'une couche plus ou moins épaisse d'étain.

Lorsque le fer-blanc est de bonne qualité, l'étain doit être parfaitement uni au fer. En pliant les lames dans différentes sens, on reconnaît aisément si la combinaison est complète.

Lorsque l'on expose pendant quelque temps une feuille de fer-blanc à l'action d'un mélange d'acide hydrochlorique, d'acide azotique et d'eau, on obtient un produit qui a été observé pour la première fois par M. Alard, il y a quelques années, et qui est connu sous le nom de *moiré métallique*. Dans cette expérience, on ne fait évidemment que dissoudre la couche superficielle d'étain, qui est très-unie, et découvrir les autres qui se composent d'une foule de cristaux.

Le *moiré* consiste donc dans une véritable cristallisation, et par conséquent il variera d'aspect selon que cette cristallisation variera elle-même.

L'une des conditions indispensables pour réussir, est de n'employer que le fer-blanc préparé avec de l'étain pur. Quant au mélange acide, il n'est pas toujours le même : on se sert avec succès de 2 parties d'acide azotique, 3 d'acide chlorhydrique et 8 d'eau, ou de 1 partie d'acide azotique, 8 parties d'acide sulfurique et 8 parties d'eau.

L'opération s'exécute très-bien en chauffant doucement la feuille d'étain et la mouillant ensuite avec une éponge imprégnée de la liqueur acide; presque à l'instant même le métal apparaît sous forme de nacre de perle : alors on plonge la feuille dans l'eau pour enlever l'excès d'acide, et on l'essuie avec un linge. En modifiant la manière d'opérer, il en résulte d'autres formes : veut-on faire un dessin gravé? on chauffe fortement la feuille, et on la plonge tout-à-coup dans la liqueur acide et froide. S'agit-il de produire des cristallisations en étoiles? on projette, avec un bœuf, de petites gouttes d'eau sur la feuille dont l'étain sera fondu; ou bien on la chauffe dans des endroits déterminés, de manière à fondre l'étain, et on la plonge tout entière dans l'eau acide, comme nous venons de le dire.

Dans tous les cas, pour augmenter les reflets du métal et le préserver de toute oxidation, il est indispensable de le recouvrir d'une légère couche de vernis transparent et sans couleur, ou coloré en raison de l'objet qu'on cherche à imiter.

On étame aussi le fer cru; mais le fonte blanche ne peut être employée, suivant M. Karsten, pour la confection des ustensiles, à cause de sa fragilité; et le fonte gris étant trop poreuse, donne toujours un étamage imparfait. On est obligé de polir sur la tour la surface des objets en fonte qu'on veut étamer, afin de couvrir, au plutôt d'empêcher de fer les petites feuilles de graphite qui ne se combindraient pas avec l'étain. Le fonte blanche paraît entièrement homogène, comme il arrive du métal à canon, bien qu'à la cassure il présente l'aspect d'un mélange.

On emploie actuellement dans les arts un alliage d'étain et de fer que M. Bérard a substitué à l'étain pur pour l'étamage du cuivre. Il est composé, selon M. Dumas, de 6 parties d'étain et de une partie de fer. Sa densité est de 7,247; il est demi-mallable à froid, mais cassant à chaud; il se coupe au ciseau; son grain est gris et ressemble à celui de l'acier. Il n'entre en fusion qu'à la chaleur rouge. Cet alliage s'obtient aisément en fondant l'étain avec des regains de

fer-blanc et chauffant jusqu'au rouge pendant quelque temps.

Ce nouvel étamage dure plus long-temps que l'autre et est sans inconvénient.

M. Thénard indique, pour le même usage, un alliage formé de huit parties d'étain et de une partie de fer. Il est solide, cassant, à grains fins et serrés, d'un blanc-gris, fusible un peu au-dessous de la chaleur rouge. Il s'obtient en chauffant à la forge le fer et l'étain dans un creuset et recouvrant le mélange de verre pilé.

De fer-blanc, appliqué entre les joints de laines tressées, humecté d'abord avec une forte dissolution de sel ammoniacal, forme, selon M. Ure, une excellente jointure, en ayant soin d'éviter une trop forte chaleur pendant l'opération.

D'après M. Berthier, le meilleur procédé pour analyser un alliage d'étain et de fer, est de le traiter par l'eau régale; d'évaporer l'acide d'acide, de précipiter l'étain par le fer, et d'ajouter par l'acide sulfurique étendu la petite portion de fer que l'étain aurait pu entraîner dans sa précipitation; enfin, de fondre la poudre d'étain dans un tube avec de l'huile pour empêcher le contact de l'air. Il faudra ensuite porter le fer de la dissolution au maximum par le chlore ou l'acide nitrique, le précipiter à l'état de peroxyde par l'ammoniaque, et le dessécher au rouge. On devra seulement retenir du fer ainsi obtenu, la perte de celui qui a servi à la précipitation de l'étain. Au lieu d'une lame de fer on pourrait employer une lame de zinc. Il resterait ensuite à séparer le zinc du fer, ce qui est facile.

L'analyse pourrait encore se faire en précipitant l'étain de la dissolution dans l'eau régale par l'acide hydrosulfurique.

Lorsqu'on fond les minerais d'étain soit au four de réverbère, soit au fourneau à manche, il en résulte, selon M. Berthier, du l'étain ferreux et des scories qui contiennent beaucoup d'oxide de fer et une certaine quantité d'oxide d'étain. Ces scories, quand elles sont riches, sont refondues et produisent encore de l'étain ferreux. On arrose l'étain ferreux à la liquation, et l'on en obtient de l'étain peu allié, et il reste sur la sole du fourneau un alliage dans lequel le fer se trouve en grande quantité.

M. Berthier a fait l'analyse de divers produits obtenus avec le minerai de Piriac; deux de ces produits ont donné pour résultat :

Étain provenant de la fusion au fourneau à manche des scories du four à réver- bère, très-magnétique. .	Étain . . 0,970 Fer . . 0,018 ----- 0,988
Alliage ferreux qui sert le bain d'étain qu'on ob- tient en fondant au four- neau à manche les scor- ies du four à réver- bère	Étain . . 0,550 Fer . . 0,556 Charbon et scor- ies. . . 0,074 ----- 2,000

152. *Étain et Iridium.*

Ces deux métaux sont susceptibles de s'unir l'un à l'autre. Était, d'après M. Berthier, on ne parvient à combiner une partie d'iridium avec quatre parties d'étain, qu'à l'aide de la plus violente chaleur rouge-blanc. La combinaison est d'un blanc mat, ductile, malléable, mais beaucoup plus dure que l'étain, et elle a une tendance marquée à cristalliser. Cet alliage qui ne fond à la chaleur blanche, a été préparé, en premier lieu, par M. Fouquetin.

153. *Étain et Manganèse.*

Ces deux métaux s'allient en toutes proportions.

Selon M. Berthier, on obtient facilement ces alliages en chauffant dans des creusets braqués, à 150° p., des mélanges d'étain ou d'oxide d'étain, d'oxide de manganèse, de chacun en quantité nécessaire pour réduire cet oxide, et de borax dans la proportion d'environ 6 pour 100 d'oxide de manganèse.

L'alliage composé de :

Étain.	0,874 . . 1 st.
Manganèse.	0,588 . . 1 id.

est d'un gris de platine, tendre, se laissant couper au couteau, s'aplatissant un peu sous le marteau, mais cassant et même susceptible d'être réduit en poudre. Sa cassure est conchroïde, inégale et un peu cristalline.

L'alliage composé de :

Étain	0,816 . . 5 st.
Manganèse	0,174 . . 1 id.

est tendre et se laisse couper au couteau. Il est blanc-grisâtre, et il a un grand éclat dans les coupures fraîches. Il s'a-

plutôt un peu sous le marteau, moins en se gercant et en se réduisant en morceaux. Sa cassure est graine et mate.

154. Étain et Mercure.

Ces deux métaux se combinent à chaud en toutes proportions et s'amalgament même à froid.

L'amalgame qui résulte de l'union de une partie d'étain et de trois de mercure, est mou, suivant M. Tilmard, solide selon M. Desprez, et cristallise facilement en cubes ou en lames feuilletées.

L'amalgame, formé de une partie d'étain et de dix parties de mercure, est liquide, ressemble au mercure, si ce n'est qu'il est moins coulant, n'absorbe que difficilement le gaz oxygène de l'air, s'abaisse en chauffant doucement le mercure avec l'étain.

A parties égales des deux métaux, l'amalgame est très-solide.

M. Kupfer a fait des observations sur la densité de l'amalgame d'étain. Il en résulte que le mercure et l'étain éprouvent en général une contraction considérable en s'amalgamant. Mais dans l'amalgame qui est formé de 1 p. d'étain et de 2 p. de mercure, il n'y a ni contraction ni dilatation. La densité de cet alliage est à 17° cent. de 11,4635.

L'amalgame d'étain est décomposable au moyen de la chaleur.

Selon M. Daviell, lorsqu'on plonge dans du mercure une tige d'étain, au bout d'un temps plus ou moins long, elle se couvre de cristaux d'amalgame.

On se sert de l'amalgame d'étain pour étamer les glaces et les mettre au tain.

A Paris, selon M. Desprez, on se sert à cet effet de l'amalgame composé de une partie d'étain et de trois parties de mercure. On prend d'abord la feuille d'étain sur une table en pierre bien soie; on recouvre cette feuille d'un centimètre à peu près de mercure; celui-ci y adhère par sa tendance à s'unir à l'étain, et y forme une couche assez épaisse; ensuite on fait glisser légèrement la glace dessus de manière à chasser en partie le mercure, et en tirant avec soin qu'il se forme des bulles; puis on renverse la glace de poids. Quand la grande partie du mercure est exprimée, on donne à la glace une position oblique, pour que le mercure résidant s'écoule. Bientôt la feuille d'étain se combine intimement avec le mercure, et

forme un amalgame qui s'encroûte fortement aux parois de la glace, et lui donne la propriété de réfléchir les objets. Il se passe néanmoins plusieurs semaines avant que l'amalgame ait acquis une dureté parfaite.

On se sert aussi de l'amalgame d'étain pour froter les courants des machines électriques.

Cet amalgame est employé également dans la préparation d'une combinaison d'étain et de soufre qu'on avait autrefois appelée *Or musif*, *Musif* ou *Musique*. Il se prépare de la manière suivante, indiquée par M. *Bre* : Après avoir fait fondre 320 grammes d'étain et y avoir ajouté 80 grammes de mercure, on triture cet amalgame avec 216 grammes de soufre et 90 grammes de muriate d'ammoniaque. Cette poudre étant introduite dans un matras, on le tient assez profondément enfoncé dans du sable, pendant plusieurs heures, à une douce chaleur qu'on élève ensuite pour le continuer quelques heures de plus. Si la chaleur a été ménagée et n'a pas été trop long-temps prolongée, on trouve au fond du vase une masse poreuse en écailles de couleur d'or, appelée *Or musif*; mais si la chaleur a été trop fortement poussée, l'or musif se fond en une masse noire, à texture strée.

153. Étain et Molybdène.

La combinaison de l'étain avec le molybdène se présente, suivant M. Berchier, sous la forme d'une poudre infusible.

Cependant, M. Thomson fait mention des résultats suivants, obtenus par M. *Nielsen* auquel on doit de nombreux essais sur les alliages du molybdène avec les autres métaux :

Parties égales de molybdène et d'étain se fondirent en une masse grise, noireâtre, cassante et sans dureté.

L'alliage de deux parties d'étain et d'une partie de molybdène était plus dur que le précédent, mais il s'en apprêchait beaucoup sous d'autres rapports.

Avec quatre parties d'étain et une partie de molybdène, on avait un alliage encore plus dur, un peu malléable, et qui n'avait pas, en le pliant, le cri de l'étain. Sa couleur était de couleur grisâtre et sa texture graine. En le chauffant fortement, l'étain ne s'en évapora qu'autant qu'en le pressant avec des tenailles.

Selon M. Berchier, les alliages que forment l'étain avec le molybdène ont absolument les mêmes propriétés que ceux qu'il donne avec le tungstène.

Pour les préparer, il faut se servir de molybdène métallique ou d'un mélange d'acide molybdique et de charbon, parce que si l'on se contentait de réduire cet acide par élévation, il pourrait s'en volatiliser une partie.

L'alliage composé de :

Étain 0,83 . . 4 at.

Molybdène 0,07 . . 1 id.

est, suivant M. Berthier, aussi blanc, aussi ductile et aussi tenace que l'étain pur, et peut être réduit en feuilles extrêmement minces au laminoir. — L'acide muriatique en sépare l'étain et laisse le molybdène à l'état métallique.

156. *Étain et Nickel.*

Ces métaux peuvent se combiner directement par la fusion. L'alliage qui résulte de leur union est blanc, dur et cassant. A une température très-élevée, on peut l'enflammer.

Selon M. Berthier, on peut aussi préparer les alliages de ces deux métaux en fondant des mélanges de leurs oxides avec du flux noir.

L'alliage composé de :

Étain 0,993 . . 8 at.

Nickel 0,071 ? . 1 id.

est cristallin, à très-grandes lames entre-croisées en divers sens, et ressemble à une fonte blanche manginée. Il est d'un blanc un peu grisâtre, très-mou; il s'aplatit un peu sous le marteau, mais en se gerçant.

L'alliage composé de :

Étain 0,66 . . 2 at.

Nickel 0,50 . . 1 id.

est d'un gris-blanc assez tenace, mais cassant, à cassure inégale, cristalline, brillante. Il ne fait aucunement mouvoir le barreau aimanté.

157. *Étain et Or.*

L'étain a une grande affinité pour l'or, et ces deux métaux s'unissent facilement par la fusion.

L'étain rend l'or cassant à proportion de sa quantité; mais les anciens chimistes avaient commis une erreur en attribuant à la plus petite proportion d'étain la propriété de rendre l'or cassant. Des expériences plus précises, faites de-

puis par cet alliage, ont démontré que cette supposition n'était pas fondée. Une faible quantité d'étain ne détruit donc pas la malléabilité de l'or, et il est encore un peu malléable, selon M. Berzelius, quand la proportion d'étain s'élève jusqu'à un douzième.

D'après le classement fait par M. Marshett, quatre métaux, le fer, le platine, le cuivre et l'argent, exercent sur l'or une influence plus fâcheuse que l'étain sous le rapport de la ductilité.

La couleur des alliages d'or et d'étain est généralement pâle ou même tout-à-fait blanche, suivant les proportions relatives de l'or et de l'étain. Les deux métaux se contractent en s'unissant. Ces alliages ne supportent pas la chaleur rouge-cerise.

Quatre parties d'or et une partie d'étain forment un alliage d'une couleur blanchâtre très-pâle. Il est cassant quand il a une certaine épaisseur; mais lorsqu'il est fondu en morceaux minces, il peut être aisément courbé, et cependant il ne supporte pas l'effet du laminoir. Sa cassure est à grains fins et d'une apparence terreuse. Le pesantier spécifique de cet alliage était 17,307. La volume des deux métaux, avant la fusion, étant 1,000, elle était réduite après à 988, de manière que les métaux s'étaient considérablement contractés en s'unissant ensemble.

En mêlant l'or au titre, par parties égales d'étain et de cuivre, on obtenait un alliage d'un jaune pâle et cassant; mais lorsque la proportion de l'étain se s'élevait qu'à un sixième du tout, l'alliage était parfaitement ductile.

On voit à la vérité, par les expériences de M. Alstorne, que l'alliage de l'or avec un trente-septième d'étain, conserve avec de la ductilité pour être laminé et estampé par les moines ordinaires; mais M. Tillet a fait observer que cet alliage étant chauffé au rouge tombe en morceaux, comme on devait s'y attendre, puisqu'alors l'étain fond.

L'un et l'autre de ces faits ont été confirmés par les dernières expériences de M. Stigley. Il trouva qu'un alliage d'or avec un sixantième d'étain, chauffé à une température rouge visible au jour, ce qui équivaut à cinq degrés du pyromètre de Wedgwood, était entièrement ductile et susceptible de recevoir par le travail toute forme quelconque, mais en chauffant cet alliage au rouge-cerise, ce qui correspond à dix degrés de Wedgwood, alors on voit se former des bour-

soufflées sur la surface du barreau, qui finit par perdre sa consistance, et tombe en une masse de couleur fauve, avec peu d'éclat métallique.

L'or et l'étain se précipitent ensemble, d'après M. Berzelius, à l'état métallique, quand on mêle des dissolutions concentrées de chlorure d'or et de protochlorure d'étain. En faisant fondre le précipité, on obtient un alliage blanc qui n'est pas malléable.

Quand on fond du pourpre de cassius avec du nitre, l'étain est réduit en même temps que l'or, malgré la présence du nitre, et l'on obtient un régime blanc.

158. Étain et Palladium.

L'union de ces deux métaux forme des alliages cassants.

M. Fischer a remarqué qu'il se produit une très-belle phosphorescence au moment où le palladium se combine avec l'étain.

Avec parties égales d'étain et de palladium, M. Chevreul obtint un bouton grisâtre et d'une dureté inférieure à celle du fer forgé; il était très-cassant, d'une cassure compacte, et à grains fins. Sa pesanteur spécifique doit de 8,475.

159. Étain et Platine.

L'étain se combine en toutes proportions avec le platine. Les deux métaux entrent promptement en fusion ensemble, et au moment de la formation de l'alliage, la température s'élève jusqu'au rouge-blanc complet.

Ces alliages sont plus ou moins cassants et plus ou moins flexibles, suivant la proportion de platine. La présence d'une petite quantité de platine suffit pour diminuer la malléabilité de l'étain. La cassure de ces alliages est à gros grains; leur surface se ternit assez facilement à l'air, et devient jaune; lorsqu'elle a été polie cet effet n'est pas aussi prompt.

D'après les expériences de M. Levol, l'alliage de ces deux métaux est cassant et de couleur fauve, lorsqu'ils y entrent en proportions égales. L'alliage conserve ces qualités jusqu'à ce que la proportion de platine n'y soit plus que d'un neuvième. Au-dessous de cette proportion, la ductilité augmente, et la couleur s'éclaircit à mesure que la quantité de platine diminue.

Selon M. Berzelius, l'alliage qui est composé de :

Platine . . . 1,315 . . 2 at. . . 0,625

Étain 735 . . 1 id. . . 0,377

se fond à 150° en un calet compacte, extrêmement fragile.

à cassure conchoïde éclatante, très-dure et de même couleur que le platine.

Suivant M. Murray, en enveloppant un morceau d'étain dans une feuille de platine que l'on expose à la flamme de l'alcool en le tenant avec des pinceaux, le platine éprouve bientôt une brillante fusion et devient coulant au même temps que l'étain.

160. *Étain et Plomb.*

Ces deux métaux s'allient très-facilement et en toutes proportions par la fusion. Le plomb se trouve naturellement uni à l'étain, parce qu'il existe dans ses mines. Le plomb donne à l'étain plus de dureté, une teinte grise, et rend sa rupture plus facile que celle de l'étain pur; la cassure est alors grossière, grise, et n'offre pas l'aspect piteux. Les cris de l'étain plombeux sont faibles et multipliés, et cet étain est plus dur que celui qui ne contient pas de plomb. M. Marchenbroch a reconnu que la dureté et la ténacité sont au maximum dans cet alliage, lorsqu'il est composé de 5 parties d'étain et de 1 partie de plomb.

Selon M. Berthier, le pesanteur spécifique de cet alliage est de 7,304.

L'alliage formé de 1 partie d'étain et de 2 de plomb ou de

Étain. 0,53 environ 1 st.

Plomb. 0,67 environ 1 id.

est, d'après M. Thénard, solide, d'un blanc-gris, mallable, plus facile que l'étain; il brûle dans l'air comme un pyrophore au degré de la chaleur rouge, et se convertit en un stannate de plomb; sa pesanteur spécifique est, suivant M. Berthier, de 9,5535. Il n'existe point dans la nature, et s'obtient très-facilement en chauffant convenablement les deux métaux dans un creuset recouvert d'un couvercle, et placé dans un fourneau ordinaire.

Cet alliage est employé pour souder les tuyaux de plomb; et par cette raison, connu sous le nom de soudure des plombiers. Suivant MM. Berzelius et Berthier et d'autres chimistes, cette soudure peut se composer aussi de parties égales des deux métaux.

Lorsque, au lieu de combiner l'étain avec 2 parties de plomb, on le combine avec 3 parties de ce métal, il en résulte un alliage qui s'oxyde plus facilement encore que le précédent : en le chauffant jusqu'au rouge dans un creuset et le

versent dans un bû, on le voit brûler çà et là à la surface, et former une foule de petits groupes incandescents qui se convertissent rapidement en stannate de plomb. Cette prompte oxydation dépend évidemment, selon M. Tiénaud, de la tendance qu'ont à s'unir le protoxide de plomb et le bi-oxide d'étain qui alors fait fonction d'acide.

6 parties d'étain et 2 de plomb, fondus ensemble, donnent, selon M. Muckersie, un alliage qui possède une dureté et une pesanteur plus grandes que celles des éléments dont il se compose. Il est remarquable que cet alliage, comme en général tous ceux d'étain et de plomb, soit rendu plus dur par un métal aussi mou que le plomb.

7 parties de plomb auxquelles on ajoute 1 partie d'étain, dès que la fusion commence, forment, suivant le même chimiste, un alliage connu sous le nom de *soudure des ferblantiers*. Liquéfié au moyen d'un fer chaud et appliqué avec de la résine en poudre, sur des feuilles de fer-blanc, il agit comme un ciment et les soude.

Selon M. Berthier, c'est avec parties égales de plomb et d'étain qu'on prépare la soudure des ferblantiers. Cette combinaison est remarquable, dit-il, par la facilité avec laquelle elle s'enflamme à la chaleur rouge, et continue à brûler sans le secours de la chaleur extérieure; l'oxide qui se forme dans ce cas, produit des végétations semblables à des choux-fleurs. Quelquefois même ce mélange d'oxide s'échauffe à tel point qu'il se volatilise en grande partie.

C'est lui qui fait la base de l'émail ordinaire et de l'émail des potes blancs en faïence, pour les appartements.

Lorsqu'on expose à l'air des alliages de plomb et d'étain en fusion, ils s'oxident très-rapidement. Quand les deux métaux sont unis entr'eux dans la proportion de 1 d'étain pour 2 ou 3 de plomb, ou bien encore à parties égales, ils s'oxident simultanément et produisent alors ce qu'on appelle la *potte d'étain*.

D'après M. Ure, les soudures molles ou tendres consistent ordinairement en un mélange de plomb et d'étain à parties égales. On entend par soudures molles, celles qui se fondent aisément; mais elles sont en parties cassantes et ne peuvent par conséquent supporter l'action du martien.

Elle est employée dans les filonneries et anciennement aussi pour donner le poli aux glaces et aux verres d'optique.

Elle sert également pour préparer les émaux.

Mais quand l'alliage contient beaucoup plus de plomb que d'étain, il arrive un moment où tout l'étain est absorbé, et où tout le plomb qui reste se trouve pur.

Les alliages du plomb et de l'étain ont toujours, d'après M. Kuyffer, une pesanteur spécifique moindre que la pesanteur spécifique moyenne calculée; c'est-à-dire qu'ils se dilatent en se mêlant. La valeur de cette dilatation atteint un minimum lorsqu'on les unit dans une proportion qui approche beaucoup de celle de 2 atomes d'étain pour un atome de plomb. En alliant ces deux métaux dans la proportion d'un volume de plomb pour deux volumes d'étain, la pesanteur spécifique calculée de cet alliage est 8,6373, tandis que celle moyenne déterminée par l'expérience, est 8,6371. Il n'y a donc, dans ce cas, ni contraction ni dilatation.

On a remarqué aussi que la pesanteur spécifique de ces alliages augmente, comme de juste, avec la proportion du plomb; d'où il suit que celle des deux métaux, dans de semblables alliages, peut se déduire de leur pesanteur spécifique, ainsi que cela est établi dans le tableau ci-dessous, dressé par le docteur Watson, d'après ses propres expériences :

<i>Étain.</i>	<i>Plomb.</i>	<i>Pesanteur spécifique.</i>
0.	100.	11,270
100.	0.	7,170
22.	1.	7,381
16.	1.	7,438
8.	1.	7,500
5.	1.	7,645
3.	1.	7,940
2.	1.	8,160
1.	1.	8,317

Voici également, d'après les expériences de M. Kuyffer, un tableau faisant connaître la pesanteur spécifique et le point de fusion de divers alliages de plomb et d'étain. La pesanteur spécifique du plomb ayant été trouvée de 11,3805 (elle diffère un peu de celle indiquée par M. Watson), et celle de l'étain, de 7,3311, et le point de fusion du plomb 324° centigrades.

	<i>Poids spécifique observé.</i>	<i>Point de fusion.</i>
1 atome de plomb et 1 d'étain. .	9,4283.	241°
2. 1. . . .	10,0782.	"
3. 1. . . .	10,3443.	289
4. 1. . . .	10,5534.	"
1 volume de plomb et 2 d'étain. .	9,6375.	194
1 atome de plomb et 2 d'étain. .	9,7454.	196
1. 3. . . .	8,2914.	186
1. 4. . . .	8,1730.	189
1. 5. . . .	8,0279.	194
1. 6. . . .	7,9210.	"

Dans l'alliage formé de deux volumes d'étain et d'un volume de plomb, il n'y a ni dilatation ni contraction.

Les alliages de l'étain avec le plomb servent à une foule d'usages. On en fabrique des tuyaux d'orgue; ils sont employés pour l'étamage du cuivre, et les potiers d'étain, vu la propriété qu'a le plomb de donner de la solidité à leurs ouvrages, confectiionnent avec ces alliages la plupart des nombreux objets qu'ils répandent dans le commerce. Mais, comme pour certains usages la présence du plomb peut offrir quelques dangers sous le rapport sanitaire, la loi ne permet en France, aux potiers d'étain, que le mélange d'un dixième au plus de plomb. Anciennement, l'étain à travailler ne contenait pas au-delà de 7 à 8 pour cent de plomb. Il est intéressant que le gouvernement s'assure, en ordonnant de fréquentes analyses, que les potiers d'étain n'emploient, dans les cas dont il s'agit, que de l'étain au titre reçu. MM. Bayen et Charford ont proposé, à cet effet, de traiter l'étain suspect par 500 parties d'acide nitrique bien pur, de laver l'oxide d'étain qui en résultant avec plus de trente fois son poids d'eau distillée, et d'évaporer celle-ci, mêlée à l'acide nitrique décauté, de dessus l'oxide; on obtient par ce moyen du nitrate de plomb, si ce métal existait dans l'étain. On revivifie ensuite les deux métaux pour en connaître la proportion.

Cependant, les effets nuisibles du plomb paraissent être singulièrement atténués par la présence de l'étain, et l'on peut, selon M. Prevot, employer, sans inconvénient, pour les usages culinaires, des vaisseaux de cuivre étamés avec de

l'étain contenant du plomb. Ce chimiste distingué ayant été chargé par le gouvernement espagnol de faire des recherches à ce sujet, le résultat de ses expériences fut, qu'en faisant bouillir pendant long-temps du vinaigre et du jus de limon dans de semblables vaisseaux, il n'y avait qu'une quantité infiniment petite d'étain dissoute, mais que le plomb n'avait été nullement attaqué, la présence de l'étain ayant uniformément garanti le plomb de toute action; d'où on a dû conclure que l'emploi de vaisseaux de cuivre étamés avec l'alliage de plomb et d'étain, ne présentait aucun danger.

M. Foucault a aussi reconnu que l'alliage qui ne contient que 6,17 à 6,18 de plomb, n'est pas sensiblement attaqué par le vin et le vinaigre, ni même par les huiles, et qu'on peut s'en servir sans danger pour faire des vases à mesurer les liquides.

D'après M. Marchand, la composition généralement employée (en Angleterre sans doute) pour l'étamage de cuivre, est un alliage de trois parties de plomb et de cinq parties d'étain de vaiselle.

Quand l'étamage doit être plus fin, on allie les deux métaux dans le rapport de 10 de plomb et 16 d'étain, pris à l'état de purifié, ou de 1 de l'un et 2 de l'autre; mais ces proportions ne sont pas constantes; elles varient suivant les fabricants.

Les vases étamés avec de l'étain pur ne tachent pas les doigts ni la toile, tandis que ceux qui le sont avec de l'alliage d'étain et de plomb les noircissent.

Cependant, l'analyse de deux étains d'Angleterre, l'un ordinaire, mais de bonne qualité, et l'autre plus commun, et d'un étain de dernière qualité, a donné à M. Berthier les résultats suivants :

	Ordinaire.	Commun.	Mauvais.
Étain. . .	0,9976.	0,9964.	0,9900
Cuivre. . .	0,0024.	0,0116.	0,0500
Plomb. . .		0,0020.	0,0450
Fer. . .	Trace.	Trace.	
	1,0000	1,0000	0,9950

Mais les étains de Banca et de Malacca, et l'étain anglais en larmes (grain-fine) sont parfaitement purs, selon

M. Berthier. Les étains communs contiennent, comme on vient de le voir, une certaine quantité de cuivre et de plomb et presque toujours une trace d'arsenic.

Les lames de plomb de la Chine contiennent de l'étain. M. Dumas ayant fait l'analyse d'une feuille de plomb qui avait servi de doublure à une cruche de thé provenant de la Chine, l'a trouvée composée de 95,8 plomb et 4,2 étain.

Voici le moyen très-simple que les Chinois pratiquent pour former les feuilles de plomb : On prend deux feuilles larges et plates, qu'on double l'une sur l'autre d'un papier très-épais; après les avoir placées l'une sur l'autre, l'ouvrier les aplatit un peu à l'un des angles, et y verse la quantité de plomb nécessaire pour former la feuille; ensuite il les presse fortement avec le pied. Pour prévenir l'oxidation du métal, on emploie une espèce de résine nommée *Banmer*.

Les boîtes à thé qui ont une apparence cristalline, et qu'on nomme *feuilles de bambou*, sont faites en étain, dans ce pays, par le même procédé.

On peut ramener à 3 classes, d'après M. Dumas, les divers objets fabriqués en France, en étain ou en alliages de plomb et d'étain.

1^{re} L'étain pur, qu'on emploie pour la confection des menus ustensiles de cuisine.

2^o L'alliage de 3 plomb et 92 étain, qui sert à fabriquer les fontaines, les plats, la vaisselle et les objets analogues.

3^o L'alliage de 20 plomb et 80 étain, qui est réservé à la fabrication des cuillers, flambeaux, crêtieres, sabliers.

Mais M. Berthier ayant fait l'analyse de trois alliages d'étain et de plomb, pris dans le commerce en France, les a trouvés composés comme il suit :

Étain. . . .	0,890.	. . .	0,890.	. . .	0,790
Plomb. . . .	0,145.	. . .	0,100.	. . .	0,190
Cuivre. . . .	0,025.	. . .	0,013.	. . .	0,016
	<u>0,990</u>		<u>0,993</u>		<u>0,996</u>

En Suède, l'étain dont on fabrique différents ustensiles, peut être, selon M. Berzelius, de trois espèces :

L'une contenant 5 p. $\frac{1}{10}$, l'autre 17 p. $\frac{1}{10}$, et la troisième 30 p. $\frac{1}{10}$ de plomb.

Mais l'emploi de ces dernières espèces n'est permis que

pour de petits objets, tels que les jouets d'enfants et autres semblables.

19 parties de plomb et 29 parties d'étain forment, d'après le même chimiste, un alliage très-fusible, avec lequel on fait ce qu'on appelle les brillants de Faldon. On réunit à cet effet quelques tubes de verre, qui, soudés chacun à l'une de leurs extrémités, ont été taillés en manière de brillants et bien polis, puis on en forme la figure de brillants assemblés qu'on veut imiter. On fait fondre ensuite le mélange métallique; et quand il est assez refroidi pour qu'il en reste un peu d'adhérent à un morceau de verre qu'on y enfonce, on écume bien la surface avec une carte, et on plonge les tubes taillés dans l'alliage limpide, dont une couche mince se fixe sur le verre. Cette couche se détache facilement après le refroidissement, et ressemble alors à un assemblage de pierres taillées en relief.

Si l'on encadre une grande lentille dans un disque de liège et qu'on la plonge de même dans cet alliage bien écumé, on obtient un miroir ardent, dont la distance focale est moitié de celle de la lentille.

M. Berthollet s'est souvent procuré d'excellents miroirs ardents, en plongeant dans cet alliage de grandes cornues, à l'aide desquelles il obtenait un segment de 20 degrés.

Ces miroirs ont besoin d'être plongés plusieurs fois de suite pour acquérir l'épaisseur convenable, et il faut en garnir le côté postérieur avec du plâtre. Le côté poli se conserve très-bien à l'air, lorsqu'on le garantit de la poussière; mais on ne peut point y toucher ni le nettoyer, sans qu'il ne se casse et ne perde son poli.

M. Chaudet a fait subir la coupellation à des alliages d'étain et de plomb qu'il avait préparés dans les proportions suivantes :

75	d'étain	et	25	de plomb.
90	id.	et	10	id.
95	id.	et	5	id.

Il a reconnu ensuite ces alliages, mais dans des proportions inverses, c'est-à-dire que l'étain y entrait en très-petite quantité; ces nouveaux alliages ont été soumis également à la coupellation, et M. Chaudet a été conduit à conclure de ces expériences :

Qu'on peut reconnaître moins de 5 p. $\frac{1}{10}$ de plomb dans

l'étain, par la couleur de rouille qu'il donne à l'oxide de ce dernier métal, et moins d'un centième d'étain dans le plomb, parce que ce dernier, porté à la coupelle, se fond sans se dissoudre, reste terne, et laisse apercevoir à la surface du bain de petites quantités d'oxide.

M. Cadet prétend qu'un quart d'étain, allié au plomb, a la propriété d'empêcher le plomb de se vitrifier au feu et de pénétrer la coupelle pendant l'opération de l'alliage.

L'analyse de la soudure des plombiers ou de tout autre alliage de plomb et de l'étain, peut d'ailleurs s'opérer facilement, selon MM. Desprez et Berthier, par l'acide nitrique pur. L'étain se précipite à l'état de peroxyde, et le plomb reste en dissolution. On évapore à sicché la liqueur, et l'on calcine le résidu jusqu'au rouge pour chasser tout l'acide nitrique. La composition du peroxyde d'étain est connue; on en déduit les quantités de plomb et d'étain.

M. Berthier, après avoir rapproché presque sec pour chasser l'excès d'acide nitrique, reprend par l'eau et verse de l'acide sulfurique dans la liqueur pour en précipiter le plomb à l'état de sulfate.

L'acide hydrochlorique dissout les deux métaux dissous dans l'alliage, lorsque l'étain y domine.

MM. L. Parker et Martin (*Essais Chimiques sur les arts*) ont proposé l'emploi d'un bain d'alliage métallique fusible pour la trempe des instruments tranchants. Ce procédé offre, selon eux, plusieurs avantages qui se trouvent énumérés à l'article *Bismuth-Etain-Plomb*, p. 325 et 326. MM. Parker et Martin ont préparé, dans ce but, un grand nombre d'alliages binaires et ternaires, dont ils ont déterminé exactement le degré de fusion. A l'aide des tables qu'ils ont établies de la sorte, tout ouvrier pourra établir un bain et donner en tout temps la trempe convenable à chaque espèce d'instrument avec une précision et une célérité jusqu'à présent inconnues.

Voici les tables dressées par ces Messieurs, concernant des alliages binaires étain et plomb.

Tableau des divers*es* températures auxquelles les alliages
suivants d'étain et de plomb seulement entrent en
fusion.

ÉTAIN.	PLOMB.	FONDENT A LA TEMPÉRATURE DU	
		THERMOMÈTRE de Fahrenheit.	THERMOMÈTRE Centigra <i>de</i> .
4	4	312°	181°
5	4	322	176.
6	4	336	167. 20
7	4	338	168. 30
8	4	340	169. 40
9	4	344	171. 60
10	4	348	175. 80
11	4	352	176. 00
12	4	356	178. 20
13	4	360	180. 40
14	4	362	181. 50
15	4	364	182. 60
16	4	367	184. 25
17	4	370	185. 20
18	4	372	187. 50
19	4	376	188. 65
20	4	378	190. 50
22	4	380	194. 40
24	4	382	199. 20
4	4	372	187. 00
4	5	390	200. 00
4	6	412	209. 60
4	7	420	215. 40
4	8	442	225. 50
4	9	460	235. 40
4	10	470	240. 00
4	11	476	244. 30
4	12	482	247. 50
4	13	486	249. 70
4	14	490	257. 20
4	15	494	254. 10

ÉTAIN.	PLOMB.	FONDENT A LA TEMPÉRATURE DU	
		THERMOMÈTRE de Fahrenheit.	THERMOMÈTRE Centigrade.
4	16	498	250. 50
4	17	508	258. 50
4	18	506	259. 15
4	19	509	259. 50
4	20	512	264. 00
4	22	517	266. 75
4	23	519	267. 50
4	24	519	267. 75
4	25	520	268. 50
4	26	523	269. 85
4	27	525	270. 15
4	28	527	271. 15
4	29	529	273. 50
4	30	530	273. 90
4	32	533	275. 00
4	34	535	278. 65
4	36	538	278. 50
4	38	540	279. 40
4	40	542	280. 50
4	42	544	281. 60
4	44	546	282. 70
4	46	548	283. 80
4	48	550	284. 90
4	50	551	285. 45
4	52	552	286. 00
4	54	554	287. 10
4	56	555	287. 65
4	58	556	288. 20
4	60	557	288. 75
4	62	557	288. 75
4	64	557	288. 75
4	66	557	288. 75
4	68	557	288. 75
4	70	558	289. 50

Tableau de la composition des bains métalliques pour l'usage des couteliers.

N ^o	OBJETS à tremper.	Plomb.	Étain.	TEMPÉRATURE	
				de Fahrenheit.	de Th. Centigr.
1	Lancettes.	7	4	420°	215° 40
2	Astres, instruments de chirurgie.	7 $\frac{1}{2}$	4	430	221. 14
3	Bistouris.	8	4	432	225. 56
4	Couteils et quelques ins- truments de chirurgie.	8 $\frac{1}{2}$	4	450	232. 22
5	Grands couteils acépols, ciseaux froids, etc. .	10	4	470	249. 90
6	Ferres, cisailles, couteils de jardinage, etc. .	14	4	490	254. 00
7	Haches, cognées, pio- ches, courtois de pa- che, etc.	19	4	500	262. 35
8	Couteaux de table, grands ciseaux, etc.	30	4	530	275. 60
9	Epingles, ressorts de mé- canique, etc.	43	4	550	284. 90
10	Grands ressorts, poi- gnards, lances, pous- soirs, etc.	50	4	558	289. 30
11	Soies de maniveler et à maille et quelques res- sorts, etc.	Mélange de la boillante.		601	312. 40
12	Divers articles que l'on tient une temps plus long.	Plomb fondue.		612	319. 00

MM. Perkes et Martin préconisent ceux qui s'adaptent à l'emploi des bains métalliques pour la trempe des instru-
ments tranchants, qu'il faut la faire chauffer dans des vases
en forme de fer, de grandeur et forme différentes, suivant la
nature des instruments à tremper. Il serait bon d'en avoir
deux placés l'un contre l'autre, dans le corps d'un fourneau,
avec des registres, pour intercepter à volonté la communica-
tion du feu, afin de pouvoir, pendant qu'on trempe l'un,
faire chauffer l'autre.

On doit à M. Rudberg des expériences curieuses sur la chaleur latente du plomb et de l'étain fondus et sur une propriété générale des alliages métalliques. M. Rudberg a observé qu'entre le point de fusion et le point de solidification d'un alliage, le thermomètre descendit en général deux fois stationnaire, s'arrêtant une fois à un point commun à tous les alliages de deux mêmes métaux, et une autre fois, à un point qui variait avec la proportion des métaux. M. Rudberg donne de ce phénomène l'explication suivante :

Si l'on mélange deux métaux dans une proportion quelconque, il se forme toujours, dit-il, d'un des métaux et d'une partie de l'autre, une combinaison intime, composée dans un rapport simple atomique, que l'on peut appeler par cette raison l'alliage chimique; et la masse fondue n'est par suite qu'un mélange mécanique de cet alliage chimique et du métal qui se trouve en excès. Les métaux étant fondus dans la proportion précise de l'alliage chimique, la masse se refroidit par conséquent régulièrement jusqu'à la température de sa solidification, laquelle donne le point fixe. Mais le mélange contenant un excès d'un des métaux, cet excès qui, aux hautes températures, était fluide, et, dans cet état, mélangé avec l'alliage chimique, se solidifie pendant le refroidissement, dégage sa chaleur latente et produit par là le premier retard du thermomètre. Il est ainsi de là que cette solidification doit avoir lieu à une température d'autant plus élevée que le métal est en plus grande quantité. Ce métal solidifié reste ainsi disséminé dans l'alliage chimique encore fluide, qui enfin, à son passage à l'état solide, occasionne le second point de station du thermomètre, et cela toujours à la même température.

La justesse de cette explication se constate encore par ceci; savoir : qu'en versant un alliage qui n'est pas l'alliage chimique, sur un corps froid, il ne reste pas parfaitement fluide jusqu'à sa congélation; mais, un temps plus ou moins long avant sa congélation, il prend l'aspect d'un mortier qui, en se refroidissant, devient de plus en plus difficile à remuer, ce qui n'a pas lieu dans l'alliage chimique.

Selon M. Rudberg, le plomb se solidifie à 325° , l'étain à 225° ; et pour les alliages de ces deux métaux, le point fixe est à 187° ; c'est le point de fusion de l'alliage chimique PbSn^2 .

Injections métalliques. — Certains alliages d'étain et de plomb peuvent être employés avec succès en anatomie pour

les injections métalliques. M. Robertson a présenté à l'Académie des sciences à Paris, dans sa séance du 24 septembre 1838, une tête humaine dont les vaisseaux sanguins étaient représentés par une substance composée de parties égales de plomb et d'étain.

161. *Étain et Potassium.*

L'étain se combine aisément avec le potassium et avec dégagement de lumière. Cet alliage est cassant, moins blanc et moins fusible que l'étain; il se détruit très-promptement soit à l'air, soit en contact avec l'eau, par la conversion du potassium en potasse, laissant l'étain sous forme spongieuse, et même il s'enflamme facilement à l'air quand il contient plus d'un cinquième de potassium.

Le procédé le plus facile pour obtenir cet alliage, consiste, selon M. Berzelius, à mélanger intimement du crème de tartre (tartrate acide de potasse) avec l'étain réduit en particules très-déliées, et à calciner fortement ce mélange pendant plusieurs heures dans un creuset imparfaitement bouché. En calcinant même de l'étain en grenaille avec du tartrate acide de potasse, l'étain se combine avec du potassium; mais il n'en prend qu'une très-petite quantité, et ses propriétés sont peu altérées.

M. Séverin, qui a fait beaucoup d'expériences sur les alliages du potassium, conseille, pour obtenir celui dont il s'agit, de parphyriser ensemble un mélange intime de 100 grammes d'oxide d'étain, 60 de crème de tartre charbonné, et 8 de noir de fumée. En déchirant la quantité de charbon, le produit est un véritable pyrophore.

162. *Étain et Sélénium.*

D'après M. Berzelius, quand on fait fondre de l'étain avec du sélénium, les deux corps se combinent facilement et avec dégagement de lumière.

L'alliage se présente sous forme d'une masse hémisphérique, de couleur grise, et ayant beaucoup d'éclat métallique, principalement sur les points qui ont touché au vase de terre, ou qui ont été frottés avec le brucinoir.

Le sélénure d'étain est facilement décomposé par le grillage; il se volatilise du sélénium, et il reste du deutoxide d'étain.

On obtient du deuto-sélénure d'étain, suivant M. Berzelius, en précipitant le deuto-chlorure d'étain par l'hydrogène sélénié.

163. *Étain et Sodium.*

L'étain, selon M. Berthélot, se combine aisément avec le sodium.

Cet alliage est moins fusible que l'étain.

Si l'on calcine de l'étain en graille avec du tetraté solide de sodium, ce métal se combine avec une petite quantité de sodium.

164. *Étain et Tellure.*

D'après M. Berthélot, l'étain s'unit aisément au tellure par la fusion; mais cette combinaison n'a pas été examinée.

165. *Étain et Titane.*

On a tenté sans succès d'allier ces deux métaux.

166. *Étain et Tungstène.*

Ces deux métaux peuvent se combiner ensemble.

MM. d'Elbourn ont obtenu cet alliage en exposant, dans un creuset, à une chaleur suffisante, un mélange de 100 parties d'étain et 50 parties d'oxide jaune de tungstène, avec une quantité convenable de charbon. Il en résulta un métal d'un brun clair, très-spongieux et un peu ductile; il représentait 158 parties.

M. Berthélot dit aussi que les alliages de ces deux métaux s'obtiennent facilement en chauffant de l'étain avec de l'acide tungstique (composé de 100 de tungstène et de 25,35 d'oxygène), dans des creusets besseguet, à 150°. Les trois alliages suivants ont été préparés de cette manière :

Étain.	0,38	12 at.	0,710	4 at.	0,549	3 at.
Tungstène	0,12	1 id.	0,290	1 id.	0,451	1 id.

Ils étaient tous trois d'un blanc aussi pur que l'étain; ils se laissaient couper au couteau, et ils étaient si ductiles, qu'on a pu sans difficulté les réduire au laminé en feuilles aussi minces que du papier; seulement les feuilles qui provenaient du troisième alliage étaient dentelées sur les bords, parce que le métal était cassant, et qu'il n'a pas été possible d'en extraire des morceaux exempts de cavités.

L'acide mucistique sépare l'étain de ces alliages et laisse le tungstène à l'état métallique et pur.

Le tungstène se rencontre fréquemment, mais en petite quantité, dans l'étain brut et dans diverses scorées provenant du traitement des minerais d'étain.

167. *Étain et Uran.*

On a tenté sans succès d'allier ces deux métaux.

168. *Étain et Zinc.*

Ces deux métaux peuvent se combiner directement par la fusion.

Le zinc augmente la dureté et diminue la ductilité de l'étain; en petite proportion, le zinc augmente aussi la blancheur de ce métal.

L'alliage de ces deux métaux est sonore, et sa cassure cristalline, à grains fins.

Parties égales de zinc et d'étain, fondues ensemble, forment, d'après MM. Macquer et Lénhardt, un alliage brillant, dur, et passablement ductile.

M. Ed. Kœchlin a fait à Mulhouse, en 1827, quelques recherches sur les alliages de zinc et de l'étain, et il a déterminé le point de fusion de plusieurs alliages de ce genre. Voici le résultat de ses expériences :

1 part. d'étain	}	forment un alliage fusible de 300 à 320 degrés.
3 — de zinc		
2 — d'étain	}	———— idem. — de 300 à 330 —
4 — de zinc		
3 — d'étain	}	———— idem. — de 330 à 350 —
2 — de zinc		
Parties égales	}	———— idem. — de 250 à 350 —
d'étain et de		
zinc impurs,		
dûs de commerce.		
Parties égales	}	———— idem. — de 450 à 500 —
d'étain et de		
zinc pur.		

Ce dernier alliage est, selon M. Kœchlin, presque aussi tenace que le laiton et résiste au moins aussi bien au frottement. Il coûte beaucoup moins, puisque le prix moyen des métaux qui le composent n'est que de 0^f. 80, et que les

pièces pouvant servir telles qu'elles sortent du moule. Mais il est essentiel que le zinc que l'on emploie soit très-pur; car de sa pureté dépend la ténacité et la facilité de son alliage qui, s'il était préparé avec du zinc impur, se casserait facilement, s'userait très-vite et se coulerait mal.

M. Berthier a préparé et examiné, en 1833, un alliage de zinc et d'étain dans les proportions suivantes : 30 gr. d'étain de Banca en copeaux, et 40 gr. de zinc en grenailles, ont été fondus avec du flux noir à la chaleur de 500° pyrométriques. Le culot a pesé 54 gr. 2, et devait par conséquent contenir :

Étain.	0, 37. . .	1 at. }	environ.
Zinc.	0, 63. . .	3 id. }	
	100, 0		

L'alliage s'approchait plus de l'étain que du zinc par sa couleur. Coulé en lingots, les barres se courbaient un peu avant de se rompre, leur cassure était cristalline et très-éclatante; elles s'aplatissaient sous le marteau sans se gercer; on pouvait les réduire en feuilles très-minces au laminoir, mais ces feuilles étaient raides et se rompaient après avoir été plées deux ou trois fois sur elles-mêmes. Ainsi, cet alliage est malléable, mais il n'a presque pas de ténacité. Pour savoir si l'on peut séparer les deux métaux par la chaleur, M. Berthier a chauffé au croiset bouqué, à la température d'un vase de fer, 15 gr. d'étain avec 10 gr. de zinc, et il a recueilli le culot; celui-ci a pesé un peu plus de 15 gr., et il était parfaitement ductile; on doit en conclure qu'il ne contenait pas une quantité notable de zinc; l'augmentation de poids provenait probablement, selon M. Berthier, de la petite quantité de fer que le zinc du commerce renferme toujours.

M. Macquer et Lémarché prétendant que de l'étain fondu et calciné avec 10 à 12 fois autant de zinc, est volatilisé et entraîné sous forme de fleurs, avec celles de zinc. Le fait est croyable, car M. Berthier ayant analysé du zinc du commerce, y a trouvé du plomb, qui dans son opinion et d'après le mode suivi par la préparation de ce zinc, avait évidemment été entraîné par la volatilisation de ce métal. Il peut donc bien en être de même à l'égard de l'étain.

M. Macquer et Lémarché indiquent l'alliage composé de 3 parties d'étain et 2 de zinc, comme susceptible d'être employé avec avantage pour les ouvrages en fil d'archal blanc.

Tous les anciens chimistes admettent, comme une pratique habituelle en Angleterre, l'addition d'environ un centième de zinc dans quelques variétés d'étain du commerce, à cause de la dureté et de la tenacité que ce métal communique à l'étain.

Le zinc est aussi, selon M. Ure, l'une des additions principales qui ont lieu dans la fabrication de la potée d'étain, qui consiste pour la plus grande partie en étain. Mais la meilleure potée ne contient pas, dit-il, au-delà d'un vingtième de zinc.

M. Pope s'est fait donner en Angleterre, dans le cours de 1823, un brevet pour la fabrication d'alliages d'étain et de zinc, composés de parties égales de ces deux métaux. Ce fabricant en forme des plaques minces propres à couvrir les vaisseaux, les toits des maisons, et en général toutes les surfaces sujettes à éprouver l'action destructive de l'eau de mer ou de l'air atmosphérique.

Cet alliage est proposé aussi pour former les tuyaux de conduite qui servent à faire couler le cidre et la bière; on pense que cet alliage serait moins facilement attaqué que le plomb employé ordinairement dans les brasseries. La préparation de cet alliage n'offre d'ailleurs rien de remarquable, et M. Pope ne définit pas suffisamment les avantages qui doivent faire préférer cet alliage au zinc pur.

M. Chaudet a soumis à la coupellation trois alliages d'étain et de zinc qu'il avait préparés à cet effet dans les proportions suivantes :

75 parties d'étain et 25 de zinc.			
95	.	id.	5 id.
99	.	id.	1 id.

M. Chaudet a pu conclure de ces essais que le zinc allié à l'étain dans de très-petites proportions, ôte à ce métal la propriété de se brôler en se couvrant de points incandes-cents, comme cela arrive lorsqu'il est pur, et colore son oxide fauve en gris verdâtre, lorsque le zinc n'y est que dans la proportion d'un centième; ce qui permet d'y en reconnaître de très-petites quantités.

Selon M. Berthier, on analyse facilement les alliages d'étain et de zinc en les traitant par l'acide nitrique pur, qui ne dissout que le zinc. On dose le métal en évaporant la dissolution à siccité, et calcinant le résidu à la chaleur rouge pour changer le nitrate de zinc en oxide.

D'après un travail de M. Rudberg sur la chaleur latente de certains métaux, et sur une propriété générale des alliages métalliques (voir l'art. *étain* et *plomb*, p. 220), l'étain se solidifie à 228° , et le zinc à une température beaucoup plus haute que celle de l'ébullition du mercure.

Pour les alliages de zinc et d'étain, le point *fixe* est à 204° ; c'est le point de fusion de l'alliage chimique, $Zn\ 5m^{\circ}$.

469. Fer et Glucinium.

D'après M. Stromeyer, il est facile d'obtenir une combinaison de fer et de glucinium, en faisant fondre un mélange de glucine, de charbon en poudre et de limaille de fer.

470. Fer et Iridium.

On sait que ces deux métaux peuvent se combiner ensemble. Mais leur alliage n'a pas encore été l'objet d'une attention particulière. Il n'en est pas de même de l'alliage de l'acier et de l'iridium. (Voir l'article le concernant, p. 33.)

471. Fer et Magnésium.

D'après M. Karsten, les propriétés du magnésium par rapport au fer nous sont encore inconnues.

La magnésie ne peut être décomposée par le fer sans une addition de charbon. M. Karsten ignore si le produit de cette décomposition est assez fixe pour entrer en combinaison avec le fer.

Cependant, M. Berzelius ayant fait fondre un mélange de magnésium, de charbon en poudre et de limaille de fer, dit avoir obtenu des indices assez sensibles de combinaison.

M. Karsten n'a jamais trouvé de manganèse dans le fer ductile; mais plusieurs espèces de fontes lui en ont présentés des traces. Au reste, il pense que les malins de forges n'ont rien à craindre de ce métal torveux.

472. Fer et Manganèse.

Le fer se combine aisément avec le manganèse. Une proportion considérable de ce dernier rend le fer plus blanc, dur et cassant; de là vient, selon M. Berzelius, que le fer manganésifère est plus propre qu'un autre à la fabrication de l'acier.

La présence d'un peu de fer dans le manganèse rend ce dernier magnétique, et diminue son oxidabilité à l'air. Par contre, le manganèse diminue, suivant M. Berzelius, la vertu magnétique du fer et finit même par la détruire.

M. Thomas dit qu'une addition convenable de manganèse diminue aussi la fusibilité du fer, et en augmente la ductilité.

D'après M. Karsten, le manganèse est de tous les métaux celui que l'on rencontre le plus souvent avec le fer. Il le rend plus dur sans en affaiblir la ténacité, lorsqu'il est en faibles proportions. M. Karsten a trouvé dans un fer ductile d'une très-bonne qualité, 1, 85 p. $\frac{1}{2}$ de manganèse. On ne pourrait affirmer, dit-il, à quelle dose ce métal commence à exercer une action sensible sur la résistance du fer. Il est très-difficile de faire des expériences sur cet objet à cause de la haute température qu'il faut employer pour fondre ces deux métaux.

M. Berthier dit que la fonte, préparée avec des minerais manganésifères, contient jusqu'à 0,87 de manganèse; qu'elle est très-cassante, lamelleuse, à grandes lames, blanche et très-éclatante.

M. Mariet a cherché à combiner le manganèse avec le fer en proportions croissantes. Il croit devoir soumettre des résultats qu'il a obtenus, que le maximum de manganèse dont une partie de fonte peut se charger, est de quarante. Ce composé renfermant 74,4 de fonte et 25,6 de manganèse, cesse d'être allénable à l'aimant. Quant à la fragilité de l'alliage, elle dépend du carbone et de la manière dont il est combiné avec le fer.

Le fer peut contenir beaucoup de manganèse, autant que l'acier même, et il peut exister de l'acier qui n'en contienne pas une trace : c'est le carbone seul qui constitue la différence de l'un à l'autre, suivant M. Karsten. L'expérience a montré que les minerais manganésifères sont particulièrement disposés à donner de l'acier, et voilà ce qui leur a valu le nom de mines d'acier. Cependant ce n'est point, d'après ce métallurgiste, un effet immédiat du manganèse, mais c'est l'effet du mode de combinaison du carbone avec ce métal, mode déterminé par la présence d'une forte dose de manganèse. Il s'ensuit, dit-il, que la fonte blanche qui ne contient point de manganèse, doit se convertir en acier avec autant de facilité que la fonte blanche obtenue des minerais manganésifères, puisqu'elle nous offre le fer combiné de la même manière avec le carbone.

L'expérience le confirme aussi; mais cette espèce de fer

cru est en général plus chargée de substances étrangères que ne le sont les fontes des minerais contenant du manganèse.

M. Berthier a trouvé du manganèse dans la fonte blanche à grandes lames, de Mosen (grand duché du Rhin).

Cette fonte contenait, d'après l'analyse qu'il en a faite :

Manganèse	0,046 à 0,032
Carbone	0,049
Silicium	0,003
	0,089

D'après M. Berthier, l'alliage composé de :

Fer	0,745 . . 3 st.
Manganèse	0,255 . . 1 id.

est plus blanc que le fer, éclatant, très-cassant, à grains fins.

Les alliages de ces deux métaux sont d'autant plus difficiles à fondre qu'ils contiennent plus de manganèse. Ils sont plus oxydables que le fer : ils dégagent l'odeur d'hydrogène sous l'insufflation de l'acide ; ils se recouvrent promptement d'une croûte d'oxide noir lorsqu'on les expose à l'air humide. Quand on les chauffe sous le vent d'un soufflet, au contact de scories siliceuses, le manganèse s'oxide plus rapidement que le fer et se dissout dans les scories, et il vient un moment où il ne reste que du fer pur. C'est ainsi que se pratique l'affinage des fontes manganésées.

Voici encore quelques résultats d'analyses faites par M. Berthier, et qui démontrent la présence du manganèse dans certaines fontes, savoir :

Fonte de Lohé, près de Mosen, obtenue avec le fer spathique du Stahlberg ; blanche, à très-grande lame, facilement pulvérisable. On en fait de l'acier naturel qui jouit d'une grande réputation.	Carbone . . 0,035		
	Silicium . . 0,003		
	Manganèse. 0,032		

Fonte de Nam (comté de Lunerck). Elles donnent d'excellents acier naturel.	{	Carbone.	Silicium.	Manganèse.
		0,044	— 0,013	— 0,074
		0,051	— 0,006	— 0,045
		0,019	— . . .	— 0,018
		0,124	0,019	0,137

Fente de Rion Perou, près de Villèle (département de l'Aisne), obtenue en fondant du fer spathique avec de l'accharde; blanche et très-blanchâtre. On n'y a pas recherché le carbone.

C'est le seul exemple de fonte blanche produite avec un combustible minéral.

Silicium . .	0,002
Manganèse.	0,040
	0,042

D'après M. Karsten, le manganèse contenu dans le fer se détermine le mieux par le procédé suivant : on dissout le fer à 100° dans l'eau régale, et l'on décompose ensuite à une très-basse température la dissolution fortement acidulée, en y ajoutant successivement des petites doses de carbonate d'ammoniaque dissous dans l'eau. Si le fer a été oxydé au minimum, si la liqueur a été bien étendue d'eau et fortement acidulée, elle renferme le manganèse en color.

Ce procédé est aussi bon que l'emploi du succinate d'ammoniaque, qui demande beaucoup de précautions.

M. Quinquaud a proposé de séparer l'un de l'autre, le fer et le manganèse, en précipitant leur dissolution par l'arséniate de potasse, après l'avoir rendue aussi neutre que possible, et après avoir porté le fer au maximum d'oxydation. Le fer seul se sépare à l'état d'arséniate, et le manganèse reste en dissolution.

175. Fer et Mercure.

Le fer ne s'allie au mercure que dans des circonstances très-particulières, et même, selon M. Berthier, ces deux métaux ne peuvent pas se combiner. Il n'y a point d'action directe entre ces deux métaux, et c'est par cette raison que le mercure se conserve dans des vaisseaux de fer.

L'addition d'un autre métal favorise la formation du amalgame de fer. M. Adair est parvenu à l'obtenir par le procédé suivant. Il triture ensemble de la limaille de fer et de l'amalgame de zinc, et il ajoute en mélange une dissolution de fer dans l'acide hydrochlorique; en pétrissant ensuite ce mélange et en le chauffant, le fer et le mercure se combinent peu à peu et prennent l'éclat métallique.

On parvient cependant aussi à former cet amalgame de fer, selon M. Berthiote, en laissant d'abord à sec, puis avec de l'eau, un mélange de limaille de fer, d'alun et de mercure.

M. C. Kiewer, de Mulhausen, dit avoir préparé l'amalgame de fer en faisant une dissolution très-concentrée de sulfure de fer et y agitant de l'amalgame de sodium récemment préparé. Au bout de quelques instants, M. Kiewer a obtenu un amalgame qui s'est déposé au fond du vase en une masse brillante, blanc d'argent, et la dissolution, devenue claire, contenait des flocons d'hydrate de fer.

Selon M. Kiewer, l'amalgame de fer est blanc, tenace, et se laisse réduire en fragments; il est magnétique. À l'air, il se décompose et sa surface se recouvre de rouille.

Les autres métaux donnent de même des amalgames, d'après M. Kiewer, en suivant la méthode qu'en vient d'indiquer.

174. Fer et Molybdène.

D'après MM. Bieles, Serullius et Thomas, le fer se combine aisément avec le molybdène. M. Thomas dit même que de tous les métaux, le fer semble être celui qui s'unit le plus facilement au molybdène.

À parties égales des deux métaux; l'alliage est fusible au chalumeau, cassant, d'un gris blanchâtre, et d'une dureté considérable. Sa cassure est écailleuse, fine et grosse. Cet alliage fondait au chalumeau en se boursouflant, mais sans donner d'étincelles.

1 partie de fer et 2 parties de molybdène forment une combinaison d'un gris clair, infusible au chalumeau, attirable à l'aimant, algre et d'une texture fine et grosse.

D'après M. Serullier, les allages de ces deux métaux ou les molybdures de fer sont complètement analogues aux tungstures de fer.

L'alliage qui contient 0,20 de molybdène est fusible, plus blanc que le fer, extrêmement dur, cassant, mais tenace, à cassure inégale et grosse.

175. Fer et Nickel.

Le nickel, d'après M. Berymann (dont l'assertion a été confirmée depuis), s'unit aisément au fer dans toutes les proportions et donne un alliage doux et tenace. Les autres propriétés du nickel ajoutent beaucoup de poids à cette opinion, et font supposer à M. Karsten que ce métal ne doit inspirer aucune crainte aux maîtres de forges. La rareté du nickel, lorsqu'il est pur, a empêché ce métallurgiste de l'employer

dans les nombreux essais d'alliage du fer dont on lui est redevable.

M. Mosénraiz avait annoncé à la vérité que le fer traité avec du *supfernickel* n'est pas doué de soudabilité, que, très-difficile à forger, il est même un peu cassant à froid; mais, selon M. Karsten, on ne peut tirer aucune conséquence de cet essai : l'auteur ne s'est point servi de nickel pur, et le *supfernickel* contenait probablement de l'arsenic et du soufre.

Suivant M. Laspadine, un alliage de 5 parties de nickel et 2 parties de fer est médiocrement dur, tout-à-fait malléable, et il a la couleur de l'acier.

L'alliage de ces deux métaux se rencontre, à l'état natif, dans les pierres météoriques, où le fer contient depuis 3 jusqu'à 10 pour cent de nickel.

Le fer météorique de la baie de Baffin contient 3 pour cent de nickel, et celui de Sibérie, dont la découverte est due à Pallas, en contient 10 pour cent, d'après une analyse faite avec beaucoup d'exactitude, dit-on, par M. Chiffren; cependant la moyenne de trois analyses, faites par le même, donne 8,95 pour cent de nickel.

Mais, d'après les expériences de M. Karsten, le soufre dont M. Leugier a reconnu la présence dans le fer de Sibérie, s'y trouve à l'état de pyrite commune, et M. Karsten en conclut que ce fer météorique doit être un mélange et ne peut constituer un composé chimique.

Quel qu'il en soit, nous pensons qu'en nous nous gré d'ajouter encore ici quelques détails sur la quantité de nickel contenue dans différentes masses de fer météorique répandues sur plusieurs points du globe. Pendant long-temps on a été dans le doute sur l'origine de ces masses de fer natif; mais celle d'Agram, tombée le 26 mai 1751, dissipa toute incertitude à cet égard, et l'analyse y révéla la présence du nickel, qui dès-lors fut regardée comme un signe caractéristique. Mais les progrès de la chimie et l'exactitude apportée dans les analyses, ont fait découvrir depuis, dans les fers météoriques, d'autres métaux encore que le nickel. D'un autre côté, M. Fauquelin a prouvé que le fer météorique tombé à Chassigny, près de Langres, et dont l'origine a été parfaitement constatée, ne renferme pas une trace de nickel.

M. Probst est le premier qui a constaté un contenu de nickel dans le fer natif de Tacumna, en Amérique. Quelques années plus tard, M. Klaproth a montré que le nickel existe dans

tous les fers natifs qu'il avait alors analysés, et qui paraissent évidemment d'origine météorique. Il trouva dans le fer natif :

de Sibirie . .	96,75	de fer et 3,25	de nickel,
d'Amérique .	97,50	—	2,5 id.
de Hongrie .	98, 5	—	3,5 id.
de Bohême .	98, 5	—	1,5 id.

Postérieurement, MM. Boussingault et Mariani de Riveo examinèrent différentes masses de fer météorique qui ont été trouvées sur la Cordillère orientale des Andes.

Une masse, d'un volume de 903 décimètres cubes, fut trouvée en 1810, sur la colline de Tacaria; son poids doit être peu éloigné de 750 kilogrammes.

Le fer dont cette masse se composait était extensible, malléable, d'une structure granuleuse; il se laissait facilement limer; il avait un éclat blanc argentin, et sa pesanteur spécifique était de 7,5.

A la même époque où l'on trouve cette masse de fer, on en découvrit un bon nombre de fragments plus petits en d'autres points de la même colline. MM. Boussingault et de Riveo en recueillirent deux.

L'un, du poids de 681 grammes, présente un fer malléable, mais difficile à limer. Son éclat est argentin, son grain fin comme celui de l'acier. Il se forge assez bien, mais il est cassant à chaud; sa pesanteur spécifique est de 7,5.

Un autre fragment, du poids de 581 grammes, offrait un fer à structure caverneuse, très-dur à limer, mais malléable; éclat argentin; grain semblable à celui de l'acier fondu étiré.

On a aussi découvert du fer météorique dans d'autres localités, près d'un village nommé Sargota; une masse de 41 kilogrammes, que ces Messieurs ont examinée, ne présente aucune cavité; sa texture est à petites facettes, quoique le métal soit très-dur à limer, il est malléable, l'éclat est argentin, la pesanteur spécifique est de 7,5.

Une autre masse, du poids de 22 kilogrammes, du même lieu, a une forme presque sphérique; elle présente beaucoup de vases, est très-malléable; la cassure a un éclat argentin.

MM. Boussingault et de Riveo ayant fait l'analyse de ces diverses masses et fragments, ont trouvé les résultats suivants pour ces parties :

Masse de 750 kilogr. 91,41 de fer. 8,59 de nickel.

Fragment de 681 gr. 91,25 — 8,75 —
plus un résidu de 0,28.

Fragment de 561 gr. 91,76 — 8,24 de nickel.

Masse de 41 kilogr. 90,74 — 9,25 —

Masse de 22 kilogr. 7 à 8 pour cent de nickel.

Voici l'indication des procédés employés par ces Mineurs, dans cette analyse.

Le fragment à analyser a été jeté dans l'acide nitrique; la dissolution fut très-vive, et il ne resta qu'un léger résidu; on évapora presque jusqu'à siccité pour oxider le fer convenablement; on ajouta ensuite de l'eau et on précipita par l'ammoniaque; le filtre sépara l'oxide, qui fut lavé à l'eau chaude.

Le liquide ammoniacal était teint d'une couleur verte aigre, assez sensible. Le prussiate de potasse y produisait un précipité blanc légèrement verdâtre; ce qui indiquait que la couleur provenait de la présence du nickel, et non pas de celle du cuivre. A cette dissolution ammoniacale, réduite par l'évaporation à la moitié de son volume, on ajouta de la potasse caustique; et pour être certain de l'entière décomposition des sels doubles d'ammoniaque et de nickel, on continua l'évaporation jusqu'à la disparition du liquide; on résida on ajouta de l'eau, et l'on obtint l'oxide de nickel.

Pour recueillir le nickel qui avait pu rester avec l'oxide de fer précipité de la dissolution nitrique, on fit dissoudre cet oxide encore humide dans l'acide nitrique; le résidu, séché avec les précautions convenables, fut traité par l'eau; après avoir filtré la liqueur, on y ajouta du carbonate de potasse qui produisit un léger précipité blanc; on fit bouillir, et ce précipité calciné donna l'oxide de nickel.

Voici également le procédé suivi par M. Châtreaux dans les analyses qu'il a faites du fer météorique de Sibirie.

Ce fer fut dissous dans l'eau régale, et le fer précipité par l'ammoniaque pure, ensuite lavé et chauffé jusqu'au rouge. La dissolution ammoniacale fut évaporée jusqu'à siccité, l'ammoniaque chassée par la chaleur, et l'oxide de nickel redissous dans l'acide nitrique et précipité par la potasse pure, après avoir soumis le mélange à l'ébullition pendant quelques secondes. Les précipités furent chauffés jusqu'au rouge.

M. Karsten recommande, pour la recherche du nickel, l'emploi du succinate d'ammoniaque qu'il trouve préférable à l'ammoniaque et à la potasse caustique; mais il est essentiel, dit-il, que le fer soit oxydé ou maximum dans la dissolution, et que cette dernière soit parfaitement neutralisée par l'ammoniaque caustique, avant qu'on ne précipite l'oxyde de fer par le succinate : il est essentiel aussi que la dissolution ait été étendue d'eau.

M. G. A. Shepard a analysé le fer météorique de la Louisiane, et l'a trouvé composé de :

Fer.	90, 000
Nickel.	9, 674
Perte.	0, 306
	100, 000

Une pierre météorique tombée près de Kozlov, en Russie, le 13 octobre 1819, contenait, d'après l'analyse qu'en a faite M. Stromeyer, sur 100 parties, 17, 48 de fer, et 1, 56 de nickel à l'état d'alliage.

M. Morney a encore trouvé, en 1811, près de Bahia, dans le Brésil, une masse de fer météorique, qui avait été remarquée d'abord en 1784; elle a environ 7 pieds de longueur, 4 de largeur et 2 d'épaisseur; son volume peut être évalué approximativement à 28 pieds cubes. M. Wollaston ayant fait l'analyse d'un fragment de ce fer, y a trouvé 4 pour cent de nickel.

Une portion de la masse de fer météorique que le capitaine Barrois avait trouvée au sud de l'Afrique, à 200 milles du Cap de Bonne-Espérance, était passée dans les mains de M. Sowerby, qui en a fait faire (en 1830) une lame d'épée de 2 pieds et demi de longueur. Cette lame a acquis par la trempe une très-grande élasticité; elle appartenait maintenant à l'empereur de Russie. Suivant l'analyse de M. Tennant, le fer météorique découvert par M. Barrois, contient 10 pour cent de nickel.

M. Stromeyer a souvent trouvé dans ses analyses de fers météoriques, une aussi forte proportion de nickel, que des procédés moins perfectionnés n'avaient pu indiquer en totalité, à des époques antérieures.

Lors l'expédition que M. le capitaine Ross a rencontrée dans son expédition vers le pôle nord, étaient des esquimaux dont les lances, grossièrement travaillées, étaient composées de

fer météorique du Groënland, ainsi que l'a reconnu M. Wollaston qui en a fait l'analyse, de laquelle il résulte que ce fer contenait 3 ou 4 centièmes de nickel comme la plupart des stérolithes.

Le fer météorique est ordinairement très-doux ; il partage cette propriété avec tous les fers ordinaires dépourvus de carbone ; cependant il en existe aussi qui est algre ; il doit alors, suivant M. Karsten, sa dureté à des corps autres que le carbone et qui souvent n'y sont qu'à l'état de mélange.

Quand on fait rougir légèrement le fer météorique de Sibirie, on voit paraître des figures cristallines à la surface ; et si l'on fait blanchir la surface polie, il s'y montre des dessins jaunes, ce qui offre ordinairement, selon M. Berthier, un aspect fort joli. Ces combinaisons peuvent être imitées par l'art. Elles sont ductiles, mais quand le nickel y entre pour près d'un dixième, elles commencent à perdre leur ductilité. Elles se recillent moins facilement que le fer.

MM. Faraday et Stodart essayèrent avec un succès complet d'imiter les fers météoriques.

À quelques échantillons de bon fer, on ajouta 3 pour cent de nickel pur ; on mit le mélange dans un creuset et on le soumit à une haute température, dans un fourneau, pendant quelques heures. Les métaux furent fondus, et en examinant le bouton, on trouva le nickel combiné avec le fer. Cet alliage parut tout aussi malléable et aussi facile à travailler que le fer pur. Sa couleur était assez blanche quand on le polissait. Sa pesanteur spécifique a été trouvée de 7,804.

Ces Messieurs obtinrent un égal succès en préparant l'alliage pour imiter le fer météorique de Sibirie. On fit fondre du bon fer (des clous de fer à cheval) avec 10 pour cent de nickel. On trouva les métaux parfaitement combinés ; mais l'alliage était moins malléable et disposé à se casser sous le marteau. Il avait une teinte jaune après avoir été poli ; sa pesanteur spécifique a été trouvée de 7,848. Cet alliage n'était attaqué que faiblement par l'humidité, comparativement à l'action exercée dans les mêmes circonstances sur le fer pur.

D'après M. Berthier, l'alliage composé de :

Fer.	. . .	0, 917	12 st.
Nickel.	. . .	0, 083	1 lb.

obtenu en réduisant un mélange de deux oxides au creuset

brûlé, est demi-ductile, très-tenace, à cassure grenue, un peu écailleuse. Cet alliage est identique avec le fer météorique.

176. Fer et Or.

Le fer s'allie facilement à l'or par fusion, dans toutes les proportions et dans tous ses états de fer doux, fer fondu et acier. L'affinité qui existe entre ces deux métaux est très-grande, et leur alliage est difficile à décomposer; l'or facilite la fusion du fer, et qui diminue la tendance prononcée qu'ont ces métaux à se combiner. M. Gellert conclut de cette circonstance que l'or convient beaucoup mieux que le cuivre pour opérer la soudure des ouvrages délicats en fer et en acier. Ce chimiste a d'ailleurs enseigné au fer le premier rang dans l'ordre de l'affinité des métaux pour l'or. On ne peut point braser de l'or en fusion à l'aide d'une verge de fer, car il s'y dissoudrait un peu de fer. Au reste, selon M. Karsten et d'autres, le fer n'affaiblit pas, d'une manière remarquable, la ténacité de l'or; et d'un autre côté il paraît que l'or ne communique au fer aucun défaut.

MM. Macquer et Eberhardt font mention des alliages suivants d'après les essais du comte de Stieglitz. 5 parties de fer et 1 partie d'or entrent en fusion ensemble à une température inférieure à celle nécessaire pour fondre le fer.

Portion égale des deux métaux ont donné, par la fusion, une masse grise, un peu cassante, et attirable à l'aimant.

Avec 6 parties d'or et 1 de fer, on a obtenu un alliage blanc, sensible à l'aimant, ductile à froid, et qu'une chaleur modérée colore en jaune, rouge et bleu. 9 parties de fer et 1 partie d'or forment un alliage qui n'est entamé par le lime qu'après avoir été chauffé au rouge.

Avec 28 parties de fer et 8 d'or, l'alliage fut blanc comme l'argent pur et plus tendre à la lime et sous le marteau que le fer ductile.

D'après M. Hatchett, l'alliage formé avec 11 parties d'or et 4 de fer est très-ductile, très-tenace et plus dur que l'or. Il se laisse facilement, et sans autre préparation, couper en blocs, laminer et frapper en médaille. Le couleur de cet alliage est d'un gris-jaunâtre pâle approchant d'un blanc terne. Sa pesanteur spécifique a été trouvée de 10,885. Il y avait eu, après l'union des deux métaux, expansion de volume, ainsi que l'avait remarqué M. Gellert. Le volume supposé 1000 avant l'union, devint après qu'elle e eu lieu, 1014,7.

Suivant M. Dumas, l'alliage qui renferme un dixième de fer est jaune pâle; celui qui en contient depuis un dixième jusqu'à un sixième, est d'un jaune-gris et on l'emploie dans la bijouterie sous le nom d'*or gris*. Enfin, l'alliage de 3 ou 4 de fer pour 1 d'*or* est d'un gris-blanc, très-dur.

Ces alliages prennent la trempe, sont susceptibles de recevoir un beau poli, et peuvent fournir des outils tranchants supérieurs, dit-on, à ceux d'acier, lorsque le fer y entre en assez forte proportion. M. le docteur Leconte en a fait fabriquer des rasoirs.

Les alliages où l'*or* domine servent à faire de l'*or* de différentes couleurs, et sont employés par les orfèvres à cet usage.

On suit différents procédés pour dorer le fer : on peut, après en avoir poli et blanchi la surface, la couvrir d'une feuille d'*or*, on l'enduit d'abord d'un vernis qu'on brûle après avoir posé cette feuille, on fait précipiter sur le fer l'*or* dissous dans l'eau régale (dans ce cas, il faut d'abord étendre la dissolution avec l'éther sulfurique); ou enfin, frotter le métal avec un amalgame d'*or*, et chasser le mercure par la sublimation; c'est la dorure par le feu.

La dernière de ces méthodes exige que la surface du fer ait été couverte d'abord d'une légère pellicule de cuivre, à l'aide d'une dissolution composée selon la recette suivante, due à M. Bismann :

2 onces (6 décagr. 418) d'acide sulfurique concentré, ou 3 onces (9 décagr. 478) du même acide un peu moins fort ;

$\frac{3}{4}$ d'once (2 décagr. 295) d'alun ;

$\frac{1}{4}$ d'once (6 décagr. 745) de sel ammoniac ;

$\frac{7}{8}$ d'once (1 décagr. 440) de vitriol de cuivre ;

$\frac{1}{2}$ once (1 décagr. 526) de vitriol de zinc ;

et 5 onces (15 décagr. 397) de vinaigre pur ;
le tout dissous à une chaleur modérée dans 3 livres 9 onces (1 kil. 520) d'eau de rivière.

C'est avec cette liqueur et avec du mercure qu'on arrose le fer, jusqu'à ce qu'il commence à se couvrir d'une couche pâle, et qu'à sa surface il s'attache de petites gouttes de métal liquide. C'est alors seulement qu'il est traité par l'amalgame. On peut sublimer le mercure par une température qui correspond à la couleur violette du requit.

La dorure au moyen des feuilles d'*or* réussit très-bien sur le fer couvert d'une légère couche du précipité de cuivre.

Il existe une autre espèce de dorure qu'on appelle *or Au-chaï* : on l'effectue par incrustation.

C'est à M. Karsten que nous avons emprunté l'indication de ces divers procédés pour la dorure du fer.

On trouve parfois, dans le commerce des métaux, de l'or allié ou mélangé avec du fer. Ces alliages ou ces mélanges servaient des objets de luxe dont mis hors de service. Pour enlever l'or qui est appliqué à leur surface, de manière à ce qu'il soit mis de la moindre quantité possible du fer avec lequel l'objet est fabriqué, on gratte celui-ci avec une râpe ou avec une lime, ou bien on le traite par différents procédés chimiques qui enlèvent l'or en le dissolvant, ou qui le détachent en attaquant le fer auquel il était adhérent. On peut, par exemple, selon M. Berthier, enduire l'objet doré avec du sel ammoniac humecté d'acide nitrique, et chauffer jusqu'à dessiccation; ou bien le frotter avec de l'huile et le suspendre avec un mélange de 2 parties de sel ammoniac et 1 partie de nitre, et faire chauffer. Après l'une ou l'autre de ces deux opérations, l'or se détache par la choc ou par le simple frottement de la gatte-brasse.

Les différents mélanges d'or et de fer peuvent être essayés en les fondant avec de la litharge ou avec du nitre, en ajoutant du plomb après la fusion, pour rassembler toutes les parcelles de métal, ou bien en les soumettant à la scoriefication avec environ 16 parties de plomb et une certaine quantité de borax.

Pour séparer l'or du fer, les anciens chimistes prescrivaient des méthodes très-diversifiées.

Les uns fondaient avec du soufre et avec 3 parties de potasse; ils lavaient dans l'eau, qui dissolvait le sulfure d'or, précipitaient ce sulfure par un acide, et en séparaient l'or par les moyens que nous avons indiqués.

D'autres fondaient avec 1 partie de cuivre et 2 parties de soufre, puis grillaient le sulfure ou le traitaient par l'acide nitrique, et faisaient fondre la matière oxydée avec de la litharge et du flux noir, etc.

Le cuivre, ayant une très-grande affinité pour l'or, est effectivement un des agents les plus énergiques qu'on puisse employer pour séparer ce métal de ses combinaisons par voie sèche. D'autres enfin employaient la voie humide, dissolvant dans l'eau régale, et précipitaient l'or par le protochlorure de fer.

On peut encore séparer l'or du fer par le moyen du sulfure d'antimoine. Ce procédé serait peu propre, selon M. Berthier, à être appliqué aux mines; mais il est employé par les orfèvres pour amener l'or à un très-haut titre en lui enlevant les dernières traces des divers métaux, même l'argent qu'il peut encore retenir après la coupellation et après le départ. Voici comment s'exécute cette opération. On chauffe l'or dans un creuset, et lorsqu'il est fondu, l'on projette dessus du sulfure d'antimoine bien pur dans la proportion de 2 à 4 parties, selon l'abondance plus ou moins grande des métaux étrangers. On chauffe modérément pour éviter le brassouillement, et on ayant soin qu'il ne tombe pas de charbon dans la matière métallique en fusion, car alors il se manifesterait aussitôt un vif bouillonnement qui pourrait faire monter la matière par-dessus les bords du creuset. Pour éviter toute chance de perte, il convient que celui-ci soit de grandeur telle qu'il ne soit rempli qu'aux deux tiers tout au plus quand le mélange d'or et de sulfure d'antimoine est en pleine fusion. Tous les métaux étrangers, même l'argent, passent à l'état de sulfure, et l'antimoine que le soufre a chassé se joint avec l'or. On coule le mélange fondu dans une lingotière conique en fer, on sépare les sulfures de l'antimonifère d'or, et l'on refond celui-ci avec une nouvelle dose de sulfure d'antimoine, et cela ayant de soin qu'on le juge nécessaire pour achever la purification. Quand la proportion du fer combiné au mêlé avec l'or est considérable, on ajoute souvent du soufre au sulfure d'antimoine dans le premier traitement.

177. Fer et Palladium.

Le palladium est susceptible de s'unir au fer, et il forme avec ce métal des alliages durs et cassants. Le fer, par sa combinaison avec le palladium, tend à diminuer sa pesanteur spécifique.

178. Fer et Platine.

Le fer se combine avec le platine en toutes proportions. La nature nous offre cette combinaison, car on trouve ordinairement le platine allié avec le fer.

Cet alliage se fond aisément dans un fourneau ordinaire; il faut donc se garder de mettre le fer en contact avec des vases de platine à une haute température.

M. le docteur Lewis ne put cependant réunir dans les essais qu'il fit pour unir ces deux métaux par fusion (il employait sans doute du fer ductile); mais il parvint à en opérer la combinaison en fondant ensemble le platine brut et la fonte de fer.

L'alliage était extrêmement dur, mais il avait néanmoins quelque ductilité lorsque le fer en formait environ les trois quarts. Sa pesanteur spécifique surpassait de beaucoup celle moyenne des deux métaux, le platine ayant détreint dans la fonte de fer la propriété qu'elle a de prendre de l'expansion lorsqu'elle devient solide.

Cet alliage, au bout de dix ans, n'était que très-peu terni. Chauffé au rouge, il devenait cassant, et sa surface présentait des grains noirs sans aucun éclat métallique.

D'après les essais de MM. Faraday et Stodart, parties égales de ces deux métaux donnent un alliage cristallin, susceptible d'un très-beau poli, d'une densité égale à 21,562, qui ne se ternit pas à l'air, et qui est très-propre à la confection des miroirs. Cet alliage est assez facile.

Le platine et le fer peuvent être joints en les braçant. MM. Faraday et Stodart ont réuni par ce moyen des fils des deux métaux, et ils ont obtenu une belle damasquinure en les traitant ensuite comme de l'acier damasqué.

M. Berthier a chauffé au creuset braqué, à 1500° :

Platine. . . .	0,243	1 at. . .	0,476	1 at.
Fer	0,752	40 id. . .	0,544	4 id.

Les deux mélanges se sont parfaitement fondus.

Le premier cubet a pesé 1,013; il y a donc eu 0,013 de carbone absorbé. Le second cubet n'a pesé que 1,003 et n'a par conséquent pris que 0,003 de carbone.

Les deux allages se sont parfaitement épatés sous le marteau avant de se rompre; leur cassure était grise, grenue ou un peu crochue. Ils se laissaient facilement limer, prenaient un beau poli, et leur nuance s'approchait plus de celle du platine que de celle du fer.

L'alliage formé de 1 at. de chaque métal ne se fond que difficilement à la température de 1500° p.

Le platine uni au fer devient plus attaquable par les acides et peut être, selon M. Dumas, dissous par l'acide nitrique.

Pour faire, suivant M. Desprez, l'analyse d'un alliage binaire de ces métaux, on le traiterait par l'eau régale; on

anité ou précipiterait ces métaux par le zinc, on traiterait la précipité par l'acide nitrique, et le platine resterait.

179. Fer et Plomb.

Les chimistes ne sont point d'accord sur la combinaison de ces deux métaux. Les uns la révoquent en doute, les autres l'admettent sous de certaines circonstances seulement, et il en est qui la regardent comme ne pouvant avoir lieu ; M. Berthier, entre autres, est de cette opinion.

MM. Macquer et Lombardi disent que le fer est, de tous les métaux, le seul qu'on n'est pas encore parvenu à allier avec le plomb.

M. Gellert remarque à ce sujet, que cette propriété du fer, relativement au plomb, rend ce métal propre à séparer le plomb des autres métaux, pourvu toutefois que le métal qu'on veut isoler n'ait pas une plus grande tendance à s'unir avec le plomb qu'avec le fer. Toujours est-il que le plomb peut lui-même servir de moyen intermédiaire pour séparer le fer d'autres métaux, de l'argent par exemple; car en faisant fondre une quantité suffisante de plomb avec un alliage de fer et d'argent, le plomb s'empare très-facilement de l'argent, et isole le fer qu'on voit nager à la surface du bain de plomb et d'argent.

M. Macchardbroeck prétend être parvenu à combiner, par la fusion, 400 parties de fer avec 134 de plomb, et à former ainsi un alliage dur dont la ténacité n'était pas la moitié de celle du fer pur. Il affirme de plus que la pesanteur spécifique d'un alliage formé de 10 parties de fer et de 1 partie de plomb, n'est que de 4,250.

Le plomb, d'après M. Niemann, peut se combiner avec une très-petite quantité de fer, et il acquiert alors une plus grande dureté; mais ce métallurgiste ne parvint à faire ni cette combinaison, ni la combinaison inverse, au moyen d'une simple fusion; il n'y réussit qu'en provoquant une action plus intime des molécules, soit en faisant servir le fer à la réduction du plomb, soit en mêlant les oxides et en les réduisant tous les deux avec de la poussière de charbon.

M. Ure dit aussi que le fer ne s'allie pas avec le plomb, tant que ces substances conservent l'une et l'autre leur forme métallique.

M. Guyton-Morveau, dans des expériences postérieures à

celles de M. *Wilmann*, a fait fondre un mélange de fer et de plomb, et postérieurement obtenu, après le refroidissement, deux couches distinctes : l'une supérieure, formée de fer et d'un peu de plomb ; l'autre inférieure, composée au contraire de plomb contenant un peu de fer. Mais ce chimiste ne donne point les proportions de ces deux alliages distincts.

M. *Ténaud* se borne à émettre des doutes sur le combinaison du fer avec le plomb.

MM. *Bertholus* et *Bassor* considèrent l'union de ces deux métaux comme étant difficile à opérer. Mais ils paraissent admettre les résultats énoncés par M. *Guyton-Morveau*.

M. *Wasserafs* a fait aussi des essais sur le plomb, le cuivre et d'autres métaux, mis dans de petits caucés de fer qu'il a soumis ensuite à la chaleur blanche. C'était, fait observer M. *Karsten*, un moyen de cimenter le fer en quelque sorte par la vapeur du plomb. Mais, quelque intéressantes que soient ces expériences, elles perdent de leur prix, parce que cet auteur ne donne aucun renseignement sur les proportions des alliages obtenus ; il n'indique ni le poids du plomb employé, ni le poids du canon avant et après l'opération. Ce sont cependant ces proportions qu'il est nécessaire de connaître, car il est possible que le fer ne soit détrempé que par une forte dose de métaux étrangers, et que le siderurgiste praticien n'ait alors rien à conclure de leur influence.

Traité de cette manière avec le plomb, le fer se forgeait difficilement, et il était rouvert et cassant à froid.

M. *Karsten* fait observer en outre, que dans les expériences de M. *Wasserafs*, on faisoit pour ainsi dire les mélanges de se mêler dans des proportions autres que celles qu'ils auraient eues, si, à l'état liquide, ils s'étaient trouvés abondamment à l'entrée de leurs molécules.

M. *Karsten* a suppléé à l'insuffisance des essais de M. *Wasserafs*. Nous allons rapporter les recherches qu'il a faites à cet égard, dans l'intérêt de la métallurgie du fer. Les mines de fer contiennent en effet souvent du plomb : il est donc important de bien connaître les propriétés de l'alliage de ces deux métaux. Traité dans les hauts-fourneaux, ces minerais donnent du plomb étroit qui, à la fin de la coulée, sort du creuset avec le fer cru. Après la mise-deux, on le trouve sous la pierre de fond, soit en nature, soit oxidé, et même transformé en un bon amium, soit enfin à l'état de silicates cristallisés.

Dans ses propres expériences, M. Karsten n'a jamais réussi à combiner ces deux métaux par une simple fusion; le fer ductile sans charbon ne fondait point; avec une addition de ce combustible en poussière, il s'obtenait, comme avec le fer cru, que du plomb et de la fonte blanche, qui n'en contenait pas une once.

La liège, réduite avec du fer cru en excès, lui a donné le même résultat, plus une certaine quantité de scories composées de l'un et de l'autre métal.

En souflant le fer ductile au fer cru, M. Karsten a obtenu avec la liège un affrage par une très-haute température: le culot parfaitement fondu était enveloppé de tous côtés par le plomb; les scories étaient noires et contenaient une partie des deux métaux.

Voici le terme moyen des résultats de cinq essais différents que M. Karsten a faits avec 100 parties de fer ductile et 300 de liège :

Culot de plomb, 939 parties, au lieu de 918,55; par conséquent 20,55 parties de plomb ont été vitrifiées. Culot de fer, 22,5; il s'ensuit que 77,5 parties de fer à l'état de protoxide, combinées avec 22,8 d'oxygène, sont entrées en vitrification.

Mais 939 parties de plomb ne pouvaient fondre que 77,5 d'oxygène, à raison de 7,13 pour cent; le reste provenait donc de l'air renfermé dans le vase ou de celui qui s'y serait introduit pendant l'opération; il est possible même que la matière du creuset en ait cédé une certaine quantité.

Le culot de fer n'avait point les propriétés du fer ductile ordinaire: sa texture était lamellaire; on pouvait le forger légèrement, mais bientôt il montait de légères crevasses; il était si gris, ne possédait aucune dureté, se dissolvait sans donner le moindre résidu dans l'acide nitrique, et ne contenait par conséquent point de carbone. Saturée par l'ammoniaque caustique et traitée ensuite par le sulfate de potasse, la dissolution donna 2,8 pour cent de sulfate de plomb, contenant 3,06 de métal; de sorte que ce résidu, qui avait quelque ressemblance avec la fonte, était composé de 97,94 de fer, et de 2,06 de plomb.

Le culot de plomb, obtenu par la réduction de la liège, a été dissous à chaud dans l'acide nitrique, et traité par le sulfate de potasse. Après avoir neutralisé la dissolution, on s'est débarrassé du sulfate de plomb au moyen de l'érapura-

tion ; la liqueur ayant été ensuite saturée, neutralisée et traitée par le bichromate de soude, n'a laissé apercevoir aucun trace de fer.

Il résulterait donc, suivant M. Karsten, de ces expériences, que, par une simple fusion, le fer et le plomb ne peuvent s'unir entre eux ; que la fonte ou le fer carburé, en réduisant la litharge, ne donnent lieu à aucun alliage, mais que le fer pur, placé dans les mêmes circonstances, peut retenir jusqu'à 2,06 de plomb, ce qui le rend plus algre et plus fusible sans la durcir. Enfin, que le plomb, dans l'un ni dans l'autre cas, ne peut s'unir à une petite quantité de fer, résultats qui sont opposés à ceux de M. Riemann et à ceux de M. Gayden-Morveau.

Il paraît même que le plomb obtenu par la réduction des scories ne doit pas se durcir ou se algrir à un contenu de fer, ainsi qu'on le pensait généralement.

Le fer n'acquiert donc aucun vice par la présence du plomb dans les minerais, si toutefois on les traite dans les haut-fourneaux pour en obtenir de la fonte, puisque le plomb et le fer cru ne peuvent se combiner ensemble.

En décomposant des fers crus, qui provenaient de minerais plombifères, l'analyse n'a jamais montré à M. Karsten la plus légère trace de plomb. Cependant il est possible, dit-il, qu'une très-faible dose échappe aux opérations du chimiste ; d'un autre côté, comme cet alliage existe pour le fer pur, on ne peut qu'applaudir aux efforts des métallurgistes qui, à ce sujet, font des expériences synthétiques.

Dans les essais d'affinage que M. Karsten a faits en Silésie, on a ajouté à la fonte, pour le premier essai, 1 p. $\frac{1}{2}$ de plomb, et pour le deuxième 1 p. $\frac{1}{2}$ de litharge. Le fer obtenu n'avait aucun défaut, mais l'analyse n'a pas présenté une trace de plomb, et l'hydrogène sulfuré l'aurait fait découvrir facilement. Ces expériences répétées une troisième fois avec 2 p. $\frac{1}{2}$ de litharge, ont offert les mêmes résultats.

180. Fer et Potassium.

D'après M. Berzelius, le fer se combine à l'aide de la chaleur avec le potassium, et fond alors plus facilement que le fer pur, surtout quand il est en contact avec l'air.

L'alliage est décomposé par l'air et par l'eau.

Suivant M. Karsten, au contraire, la fonte mise en fusion

avec la potasse, se convertit d'abord en fer acideux et plus tard en fer pur, parce que le carbone est employé à la réduction de l'acide. Mais le fer n'entre point en combinaison avec le potassium, parce que ce métal n'est point assez fixe. C'est aussi pour cette raison qu'on n'obtient pas d'alliage, selon M. Karsten, quand on fond la potasse et le fer avec addition de charbon, ou bien quand on fond, comme l'a fait M. Sérullas, un mélange de limaille, de sarre et de noir de fumée. M. Sérullas prétend avoir obtenu de cette manière un composé de fer et de potassium qui était gris et algre; mais M. Karsten fait observer que dans cette opération le fer a pu se changer soit en fonte, soit en acier sauvage.

Au reste, M. Karsten regarde comme prouvé par les expériences directes faites par M. Blumenfranz, que le potassium ne peut avoir aucune influence sensible sur la qualité du fer. Un canon de fusil, qui avait servi à la décomposition de la potasse, et dans lequel on en avait disséminé une assez grande quantité, s'est en effet laissé très-bien forger : le fer n'était ni rouillé, ni cassant à froid.

M. Karsten remarque d'ailleurs que si le potassium se combinait avec le fer, on devrait en trouver dans tous ceux dont les minerais sont traités au charbon de bois; cependant, on ne lui en a jamais donné une trace par l'analyse; et les moyens chimiques ne peuvent le faire découvrir, c'est qu'il est en très-petite quantité dans le métal, et cette petite quantité ne communique au fer aucun défaut.

M. Karsten n'a pas trouvé non plus une trace de potasse ou de potassium, ni dans les laitiers des hauts-fourneaux, ni dans la fonte obtenue au charbon de bois. Il paraîtrait donc, dit-il, que le potassium se trouve réduit dans le haut-fourneau, se sublime ensuite, s'échappe, soit par le gazouard, soit par le creuset. On peut effectivement recueillir la potasse déposée avec plusieurs substances volatiles, sur le tympe et les cauchires. Ces dépôts contiennent non-seulement du carbonate, mais aussi de l'hydrochlorate de potasse. D'après les expériences de M. Berthier, le sublimé recueilli sur le tympe renferme beaucoup de potasse, lors même que le haut-fourneau est activé par le coke.

Il serait possible toutefois que, dans d'autres circonstances, dans les flux d'affinerie par exemple, le fer se combinât avec le potassium ou le sodium.

Pour s'en assurer, M. Karsten a fait ajouter à la fonte, pendant l'affinage, 5 à 6 p. $\frac{1}{2}$ de potasse et de soude. Le fer devint moins cassable et beaucoup moins tenace, bien qu'il ne contint qu'une trace de ces sels. On ne pourrait douter que ce ne fût à leur influence qu'il fallût attribuer la mauvaise qualité du métal; mais on se fut d'autant moins surpris qu'on voit plusieurs autres corps qui, en très-petites doses, produisent sur le fer des effets analogues.

Ces résultats sont du reste de peu d'importance pour les maîtres de forges : il n'arrivera jamais dans la pratique, dans l'épiscopat de M. Karsten, que le fer puisse se trouver en contact avec de si grandes quantités d'alkalis.

M. Karsten croit que 0,0005 de potassium durcit le fer, et diminue sa soudabilité.

181. Fer et Rhodium.

Le fer peut s'unir au rhodium et acquiert par cette combinaison une plus grande ductilité.

Cet alliage paraît ne point avoir été l'objet d'une attention particulière; mais il n'en est point de même de l'alliage de l'acier et du rhodium. (Voir l'article le concernant.)

182. Fer et Sélénium.

D'après M. Berzelius, le fer se combine aisément avec le sélénium, lorsqu'on fait passer des vapeurs de sélénium sur du fer chauffé au rouge. Ce dernier métal s'enflamme et continue à brûler tant qu'il absorbe du sélénium.

Le sélénure de fer ainsi obtenu est d'un gris foncé, tirant sur le jaune, et jetté de l'éclat métallique. Il est dur, cassant et à cassure grenue. Chauffé au chalumeau, il s'abandonne du sélénium et fond, au bout de quelques temps, en un globe noir, de cassure vitreuse.

Le sélénure de fer se dissout dans l'acide hydrochlorique, avec dégagement de gaz hydrogène sélénié.

Si on le réduit en poudre, qu'on y ajoute du sélénium, et qu'on chauffe le mélange jusqu'à ce que l'excès de sélénium soit distillé, on obtient du sélénure de fer qui contient une plus forte proportion de sélénium, qui n'est plus soluble dans l'acide hydrochlorique, et qui s'abandonne du sélénium quand on l'expose à une forte chaleur.

M. Thénard indique le procédé suivant pour la préparation du proto-siliciure de fer.

Que l'on mette du silicium (en stèmes ou en proportions, ou de chaque élément) au fond d'un tube de verre fermé à son extrémité inférieure; que l'on place de la limaille de fer par-dessus, et que l'on entoure celle-ci de charbons incandescents, le silicium se volatilise et s'unit au fer en produisant une ignition très-marquée. Il n'y aurait pas de dégagement de lumière si l'on mêlait le silicium à la limaille: celui-ci se volatiliserait presque en entier avant de pouvoir se combiner, ou du moins la limaille se recouvrirait tout au plus d'une petite couche de siliciure.

183. Fer et Silicium.

D'après M. Berzelius, le silicium s'unit au fer, mais seulement lorsqu'au moment où il est mis en liberté, c'est-à-dire à l'instant naissant, le fer se trouve là pour le recevoir. Une fois isolé, le silicium ne se combine plus avec le fer; et il en agit de même envers les autres métaux susceptibles de s'allier avec lui.

MM. Berzelius et Stromeyer sont parvenus à combiner du fer avec le silicium avec le fer, par la combustion de la limaille de fer dans la silice réduite en poudre fine et mêlée à la poussière de charbon. Ce mélange était composé de 3 parties de fer, 1 $\frac{1}{2}$ de silice, et 0,66 de charbon, et exposé à la plus forte chaleur d'un fourneau à vent. Le fer s'allie dans cette opération avec le silicium, comme dans de semblables circonstances il se combine avec le carbone. Le siliciure de fer ainsi obtenu était d'un blanc d'argent et ductile; sa pesanteur spécifique était de 6,7, à 7,5; tandis que celle du fer employé était de 7,8285. On ne sait pas dans quelles proportions du fer et du silicium cette union peut avoir lieu.

La dissolution de cet alliage dans les acides, abandonnée de la silice, consistait en une masse poreuse de la dimension du disque dissous. Il faut que l'alliage soit chauffé pour se dissoudre dans l'acide sulfurique. Dissous à froid dans l'acide hydrochlorique, il donne lieu à plus de dégagement d'hydrogène qu'un poids égal de fer. D'après ces expériences, le silicium n'agirait donc pas d'une manière très-sensible sur le ténacité et la dureté du fer; mais il en diminue le pesantier spécifique.

Cependant, selon M. Karsten, il est facile de voir, par les opérations en grand, que le silicium est très-nuisible à la qualité du fer, et qu'une grande partie des fers massants à froid doivent leur fragilité à une petite dose de ce métal terneux.

La ténacité du fer est déjà diminuée considérablement, suivant ce métallurgiste, par la présence de 0, 57 p. $\frac{1}{2}$ de silicium. De plus, les expériences qu'il a faites lui ont appris que l'action de la silice sur le fer est bien plus nuisible que celle du phosphore.

Par contre, selon M. Berthier, le silicium ne nuit point à la qualité des fers, au contraire, il paraît qu'il les rend plus propres à être confectonnés en objets de monnaie.

La plus grande quantité de silicium que M. Karsten ait pu trouver dans la fonte la plus siliceuse, était de 5,46 p. $\frac{1}{2}$. Une teneur de 4 p. $\frac{1}{2}$ est déjà, dit-il, considérable. Le fer cru qu'on obtient des fourneaux à coke est en général plus siliceux que le fer cru des fourneaux achetés au charbon de bois.

La plupart des aciers fabriqués en France (et il en est probablement de même aussi des aciers étrangers) contiennent du silicium. Voici des résultats d'analyse faits par M. Berthier, qui sont de nature à accréditer cette opinion.

	Fer.	Carbone.	Silicium.	Manganèse et Craie.
Fer de Rive.	90,825	traces.	0,175	traces.
Acier élément.	90,325	0,450	0,225	id.
Acier fluide.	90,422	0,535	0,225	id.
Acier poêle.	90,375	0,500	0,125	id.

Il paraîtrait, d'après ces résultats, que, dans la cimentation, en même temps que le fer se combine au carbone, il absorbe aussi une petite quantité de silicium. Cependant, la présence du carbone n'est point nécessaire; car, le fer pur fondu dans un creuset absorbe du silicium qui le rend moins élastique. M. Berthier avait déjà remarqué que dans cette circonstance le fer devient dur, cassant et acideux.

M. Berthier a trouvé dans le fer ductile fondu dans un creuset de Hesse, plus de 1 p. $\frac{1}{2}$ de silice ou plus de 0,54 p. $\frac{1}{2}$ de silicium.

Ayant analysé également l'acier Cissé, il l'a trouvé composé de :

Fer.	89,30	
Silicium. . . .	0,80	= silice obtenue 1,60
Carbone. . . .	0,00	
	1,000	

Voici donc un acier totalement à base de silicium. Cependant le nom d'acier ne peut lui être refusé, puisqu'il en a la propriété caractéristique, c'est-à-dire la propriété de durcir par le trempe.

On peut donc avancer maintenant, d'après M. Boussingault, que le silicium paraît au moins aussi nécessaire que le carbone pour la transformation du fer en acier, puisqu'il ne semble pas qu'il se existe sans silicium, et qu'il est certain qu'il en existe un sans carbone.

Il faut bien se garder cependant, ajoute ce chimiste distingué, dans l'état actuel de nos connaissances sur le fer, de considérer le carbone comme un corps inutile dans l'acier. Ce combustible est même peut-être très-nécessaire pour le rendre plus facile à travailler. Un fait qui tendrait à prouver cette assertion, c'est que tous les aciers employés sont plus ou moins charbonneux, et qu'on n'a fait aucun usage de celui de M. Cissé. Il n'appartiendrait qu'à un artiste exercé qui aurait occasion de comparer les deux aciers, de prononcer sur cette matière.

184. Fer et Sodium.

Le sodium se comporte, à l'égard du fer, comme le potassium. (Voir l'article concernant l'alliage du fer et du potassium.)

185. Fer et Tantale (ou Colombium).

Ces deux métaux paraissent susceptibles de se combiner.

D'après M. Thomsen, en chauffant très-fortement dans un petit creuset un mélange d'oxide de tantale et de limaille de fer, cet oxide est réduit à l'état métallique et forme un alliage avec le fer.

Cet alliage a l'apparence de la fonte de fer blanche, mais sa texture n'est pas cristalline. Il est assez dur pour rayer le verre.

L'acide hydro-chlore-nitrique dissout facilement le fer et laisse la tellure sous la forme d'une poudre grise.

Selon M. Berthiér, on parvient à allier le fer avec la tellure en chauffant les oxides mélangés avec du charbon à une très-haute température. Cet alliage est, suivant M. Berthier, imparfaitement fondue et ressemble effectivement à de la fonte. L'acide hydrochlorique le décompose également; le fer s'y dissout, et la tellure s'en sépare sous la forme d'une poudre noire, qui contient probablement du charbon.

186. Fer et Tellure.

L'alliage de ces deux métaux se rencontre dans la nature. Il peut sans doute aussi s'obtenir artificiellement; car, d'après M. Berthiér, la tellure s'unit facilement aux métaux et forme avec eux des composés analogues aux sulfures, mais son alliage avec le fer ne paraît point avoir été examiné jusqu'à présent.

La tellure du fer est très-rare. On la trouve à Fexby, près de Zalcobon, en Transylvanie, accompagnée d'or, etc., en petites veines, dans un terrain de schiste et de diorite. Il est en grains fins ou en petits cristaux aplatis qui offrent des prismes hexagones élargis dans un sens et terminés par des facettes annulaires. Il est d'un blanc d'étain ou d'un gris d'acier, tendre et fragile.

Sa pesanteur spécifique varie de 5,7 à 6,6. M. Klaproth y a trouvé :

Fer.		0,0720	} 1,000
Tellure.		0,0025	
Or.		0,9255	

Il renferme, par conséquent, plus de 5 atomes de tellure pour 1 atome de fer.

M. Shepard a récemment avoir trouvé dans le comté de Galifford, aux Etats-Unis d'Amérique, un morceau de tellure du fer pesant plus de 14¹/₂ lb, et qui offre des cristaux dont la forme est l'octaèdre régulier. Mais il n'a pas été fait d'analyse de ce minéral.

187. Fer et Titane.

Le titane a peu d'affinité pour le fer, et ces deux métaux ne peuvent pas, selon M. Berthier, se combiner ensemble, du moins artificiellement.

Dans plusieurs cas où que MM. Faraday et Stodart ont tentés pour réduire le titanate ferrugineux par le poudre de charbon, ou l'acide titanique mêlé avec du fer et du charbon, le régule fondu ne leur a pas offert le moindres traces, malgré l'extrême chaleur qu'ils avaient employée.

Dans des essais antérieurs, MM. Fauquelin et Berthier avaient obtenu une masse infusible, d'un gris clair, parsemée de points métalliques jaunes, et qu'ils ont regardée comme une combinaison de fer et de titane.

Quel qu'il en soit, cet alliage se rencontre dans la nature. Les combinaisons de ces deux métaux constituent une multitude de minéraux différents.

Dans ces minéraux, le titane est, selon M. Berthier, à l'état d'acide titanique; quant au fer, il y est le plus souvent à l'état de protoxide, mais il se trouve aussi dans quelques-uns à l'état de peroxyde. Les minerais de fer titane existent en abondance dans les terrains anciens et dans les roches volcaniques. Ces minéraux sont d'un noir métallique tirant sur le brun lorsqu'ils renferment une très-grande proportion de titane; leur cassure est conchoïde éclatante. — Ils sont magnétiques et même presque toujours magnéto-polaires quand ils contiennent moitié ou moins de leur poids d'oxide de fer; dans ce cas aussi ils sont solubles dans l'eau régale; mais lorsqu'ils renferment plus de moitié de leur poids de titane, ils sont ordinairement privés de toute vertu magnétique et insusceptibles par les acides.

Au chalumeau, les titanates de fer sont infusibles sans addition. Ils se dissolvent dans le sel de phosphore. Au feu de réduction, le verre est presque incolore tant qu'il est chaud; mais après le refroidissement il est d'un rouge plus ou moins foncé: lorsqu'on y introduit de l'éthér, la couleur due à l'oxide de fer disparaît, et l'on n'a plus que la réaction du titane; alors si ce métal est en quantité considérable, le verre est d'un beau violet blanchâtre; s'il n'est qu'en très-petite proportion, le verre est incolore.

M. Berthier, auquel nous empruntons ces détails, ajoute que le résultat des principales analyses qui ont été faites des titanates de fer, portent à penser que le protoxide de fer et l'acide titanique se trouvent combinés en plusieurs proportions dans la nature, et constituent par conséquent plusieurs espèces distinctes.

Le titane se trouve fréquemment dans le nord, et surtout

dans la Norwège; il rend les minerais de fer tellement réfractaires, qu'un fourneau d'Årendahl, qui va au charbon de bois, et dont la hauteur est de trente-cinq pieds, on ne peut quelquefois les mettre en fusion; on rejette ceux qui le contiennent en quantité sensible. Loins de nuire d'ailleurs à la qualité des produits, il augmente à la fois leur ténacité et leur dureté.

M. Bavenfrots a fait un essai en remplaçant le titane par le schœrl rouge, qui, d'après M. Klaproth, en est un oxide; il a trouvé que le fer traité par cette substance se laisse très-bien forger sans être ni rouvris, ni cassant à froid.

Le titane exige, pour se réduire et pour entrer en fusion, une température plus élevée que celle qui est nécessaire au fer. C'est pour cette raison, dit M. Karslen, que l'oxide de titane reste presque entièrement dans les laitiers, d'autant plus que l'affinité entre ces deux métaux paraît très-faible.

On trouve fréquemment dans les hauts-fourneaux le titane cristallisé en cubes d'une belle couleur rouge-roses. M. le docteur Walsbuer, de Fribourg, en Deligau, en a observé dans les hauts-fourneaux du pays de Bade, particulièrement à Karsden; M. Zincken a fait une observation analogue en examinant les scories d'un haut-fourneau situé à Magdebourg; M. Karslen a aussi reconnu ces mêmes cristaux de titane dans les scories de plusieurs forges d'Allemagne. Il a rappelé de plus que M. Grigon les avait déjà signalés en 1757; mais on les prenait à cette époque pour des pyrites de fer. M. Karslen a aussi observé quelquefois de petites globules de titane dans la fonte grise, preuve de son peu d'affinité pour le fer. Par l'affinage, le titane est, dit-il, séparé du fer en grande partie; cependant on en trouve des traces dans beaucoup de fers ductiles.

Bien que le titane seul soit insoluble dans les acides, il se dissout quand il est combiné avec le fer. Il faut, par conséquent, le chercher dans le liqueur quand on fait des analyses.

188. Fer et Tungstène.

Le fer s'unit au tungstène.

M. d'Elshaupt ont obtenu cet alliage en chauffant convenablement dans un creuset un mélange composé de 100 parties de fer, 50 parties d'oxide jaune de tungstène et une

quantité suffisante de charbon. Après la fusion et le refroidissement, ils trouvèrent un bouton parfait, d'un beau-blancâtre, dur, rude au toucher, d'une cassure compacte. Il représentait 137 parties.

M. *Bammfratz*, dans des essais analogues, avait déjà obtenu un alliage de ces deux métaux qui se forgeait assez bien, quoiqu'il fût légèrement rouillé : il était facile, découvert par le temps, et prenait par la forge un surfmélange de grain.

M. *Korsten* conclut de ces expériences, que la tungstène, semblable sous ce rapport au titane, ne fait qu'augmenter la dureté du fer.

D'après M. *Berthier*, l'alliage composé de :

Fer.	0,65	6 at.
Tungstène.	0,35	1 M.

est un peu houleux, d'un gris plus blanc que le fer, élastique, dur, plus cassant que la fonte ordinaire, à structure lamellaire.

189. Fer et Urane.

L'urane n'a encore été uni directement à aucun métal ; mais, d'après M. *Thénard*, en chauffant les uranates de fer dans un tube à travers lequel passe un courant de gaz hydrogène, l'on obtient de l'eau et une matière poreuse qui, refroidie dans le gaz, a la propriété de prendre feu, comme un pyrophore, dès qu'elle a le contact de l'air. Sans doute qu'alors il se produit un alliage de fer et d'urane.

Cependant, M. *Berthier* dit que le fer ne peut pas se combiner avec l'urane.

190. Fer et Zinc.

La possibilité d'opérer l'union de ces deux métaux, fut et est encore, parmi les chimistes, un sujet de doutes et de contestations. On conçoit en effet qu'il doit être difficile d'opérer la combinaison de deux corps dont l'un est assez volatil et l'autre très-réfractaire. Cependant, la nature nous offre cet alliage dans certaines calamines et minerais de fer.

D'après M. *Beudant*, le zinc et le fer forment un alliage dur, sensible à l'aimant et susceptible à l'organe. Mais ce métallurgiste n'indique point les proportions des deux métaux, ni la manière d'opérer leur union.

M. Grouer dit que pour opérer la combinaison de ces deux métaux, il faut laisser rougir le fer sous de menus charbons, jusqu'au point de fusion, et y ajouter alors le zinc. Mais M. Crofts conteste cette combinaison, parce que le zinc doit être consumé, d'après lui, par la température élevée du fer.

M. Rimmann trouva cette opinion fondée et essaya par contre d'opérer la réunion des deux métaux par une réduction réciproque de leurs oxydes. Mais, selon MM. Macquer et Leonhardt, ses essais ne conduisirent à rien de concluant. M. Rimmann s'éleva à la vérité des espèces de fer plus tendres et sèches, mais sans avoir la certitude qu'ils contenaient du zinc. Plus tard, M. Crofts a fait aussi des essais infructueux pour unir ces deux métaux par la fusion.

Cependant, dès l'année 1742, M. Malouin s'est assuré que l'on peut former une sorte de fer-blanc avec le zinc, ce qui semble prouver la possibilité d'une combinaison entre ces deux métaux. Quand on plonge une lame de tôle bien décapée dans une dissolution de sel ammoniac, puis dans un bain de zinc fondu, et qu'on la retire rapidement, elle se trouve recouverte d'une couche de zinc uniforme et bien fixée. Il est peu probable, selon M. Bunsen, que cette variété de fer-blanc puisse avoir d'utiles applications; mais il paraît possible, dit-il, qu'en substituant au zinc par un alliage de zinc et d'étain, on parvienne à de bons résultats. M. Karsten pense que le zinc n'a pas été employé jusqu'à présent pour l'étamage du fer, soit parce que l'étain est moins attaqué par l'action de l'air humide et des acides, soit parce qu'on ne connaît point de moyen praticable de couvrir le bain et d'empêcher l'oxydation de la feuille en la retirant de la chaudière; le zinc exige une forte chaleur rouge pour devenir parfaitement liquide, et les matières grasses employées dans l'étamage ordinaire se volatilisent à ce degré de température.

MM. Macquer et Leonhardt affirment que la combinaison du zinc et du fer s'opère lorsqu'on chauffe de l'oxyde de fer avec de la poussière de charbon et de la calamine.

Suivant les expériences de M. Hiltender, on obtient une masse métallique blanche et cassante en faisant rougir pendant quelque temps un mélange de fonte pilée et de zinc dans un vase hermétiquement fermé.

M. Lewis admet la difficulté, mais non l'impossibilité, d'opérer cet alliage qui est, d'après ses essais, dur, un peu malléable, et d'un blanc approchant de celui de l'argent.

M. Théard dit que le fer ne peut s'unir au zinc.

M. Duwez, au contraire, admet la combinaison de ces deux métaux; mais on ne parvient à l'opérer qu'à l'aide de quelques précautions indispensables. Si l'on chauffe ensemble du fer et du zinc, ce dernier métal se volatilise à une chaleur blanche et le fer reste pur; mais, à une température basse, l'alliage se fait. La température de la fusion du zinc, ou le rouge naissant, est, d'après ce chimiste, le point le plus convenable. Mais il est d'ailleurs facile, dit-il, d'unir au zinc quelques centièmes de fer directement, en fondant le zinc avec du fer en limaille. Le zinc du commerce contient ainsi ordinairement 1 ou 2 centièmes de fer.

D'après M. Berthier, qui a fait de nombreuses et très-intéressantes recherches sur les alliages du zinc, l'affinité de ce métal pour le fer est très-faible, et il est fort difficile d'allier directement ces métaux. Lorsqu'on chauffe du fil de fer découpé en petits morceaux et bien découpé avec de la pince à l'étau en zinc et du flux noir, on ne trouve qu'une très-petite quantité d'alliage qui gagne le fond du creuset; tout le zinc se volatilise, lors même que l'on a soin de mener l'opération très-lentement et de ménager beaucoup la chaleur, et le fil de fer conserve dans toutes ses parties son poli et son éclat. Mais cet alliage, qu'on a tant de peine à préparer dans les laboratoires, ne se présente que trop fréquemment dans les usines où l'on travaille le zinc. Lorsqu'on fait fondre ce métal dans des chaudières de fonte pour en séparer l'oxide et les diverses impuretés dont il est mécaniquement mélangé, quand il sort des tuyaux de distillation, il corrode peu à peu les chaudières, et au bout d'un certain temps se détache du fond de celles-ci un alliage qui n'est pas propre à être employé dans les arts, et que l'on soumet à la distillation comme le minerai, afin d'en extraire le zinc pur. Cet alliage est formé de couches concentriques concentriques, à texture cristalline cédante; il est très-cassant, très-dur et moins fusible que le zinc pur; il se dissout aisément dans l'acide nitrique étendu et laisse un résidu métallique métallique qui n'est autre chose que de la plombagine. Cette plombagine provient sans aucun doute de la partie de fonte qui est dissoute par le zinc. Deux alliages ferreux, provenant l'un de la grande usine de Liège, appartenant à MM. Neumann, et l'autre de l'usine des environs de Glacé (Sarre-Inférieure), ont donné, à l'analyse qu'en a faite M. Berthier :

	Légs.	Grams.
Fer.	0,0660	0,0400
Piombarine.	0,0024	0,0050
	0,0684	0,0450

Ces alliages restent adhérents au fond des chaudières et ne se dissolvent pas dans le reste du zinc; mais, comme il ne s'en est jamais rencontré contenant plus de 0,05 de fer et que néanmoins la corrosion des chaudières se propage indéfiniment, il faut nécessairement reconnaître, dit M. Berthier, que quand l'alliage est arrivé à son terme de saturation, il transforme une partie du fer qu'il contient en couches superficielles du zinc par voie de cimentation, et que la partie qu'il abandonne lui est à chaque instant restituée par les pores de la chaudière.

En chauffant graduellement, dans des creusets couverts et au milieu du flux noir, l'alliage ferreux qui se produit dans les usines, on peut en séparer par volatilisation telle proportion de zinc que l'on veut, et par suite se procurer tel alliage de fer et de zinc que l'on désire. Mais une forte chaleur blanche sépare complètement les deux métaux l'un de l'autre sans que la vapeur du zinc entraîne de fer, et sans que le fer retienne la plus petite trace de zinc. La fonte qui provient des minerais calaminifères n'en a jamais présenté le moindre indice, selon M. Berthier.

M. Karsten a aussi porté spécialement son attention sur l'action réciproque du fer et du zinc. D'après ce savant métallurgiste, on ne peut douter que le zinc ne s'allie à une petite quantité de fer; on n'en trouve presque jamais, dit-il, qui soit entièrement purgé de ce dernier métal, lors même qu'on le retire de la calamine traitée dans des vaisseaux distillatoires; la présence du fer le rend plus dur et plus ségre. Liquéfié dans des chaudières de fonte, à une forte chaleur, et refroidi lentement, il absorbe quelquefois 2 à 5 p. $\frac{1}{100}$ de fer (cette proportion n'est pas d'accord avec le maximum 0,05 de fer indiqué par M. Berthier), qui lui donnent une si grande dureté qu'on peut le réduire en poudre.

Le fer pur ne peut, selon M. Karsten, réduire les oxides de zinc, et si l'on emploie la fonte, on obtient du fer demi-affiné. Le zinc réduit s'échappe en vapeurs, et la majeure partie de ses oxides s'unit à celui du fer et forme des scories noires-bleuâtres.

Pour avoir une idée juste de l'influence du zinc sur le fer, M. Karsten a fait des essais en grand à la forge-dite Kœnigsgrube (Silésie), dans un haut fourneau allant au coke. On y a fondu 52 milliers de calamines contenant 26 p. $\frac{1}{10}$ de zinc et 54 de fer, trop peuvre par conséquent pour être traité pour zinc. M. Karsten n'a ajouté à cette espèce de minerai de fer, ni fondant ni aucun assortiment. Les vapeurs sortaient du fourneau par torrents; une flamme verte blâchâtre s'élevait à 12 ou 15 pieds au-dessus du gueulard; la bouche de la tuyère était continuellement couverte d'une voile de matières durcies; mais en diminuant les charges, on a élevé la chaleur au point que les laitiers, d'une couleur bleu-jaune, étaient souvent pierreux dans leur centre.

La flamme de la tuyère n'était que légèrement modifiée par la combustion du zinc: le fer cru sortait du creuset avec beaucoup de vivacité et présentait d'abord l'aspect de la meilleure fonte grise, mais il était très-rouge et se refroidissait si promptement qu'il pouvait à peine couler dans les rigoles. Après le refroidissement, sa surface supérieure se trouvait couverte d'une croûte assez épaisse, signe d'une forte oxidation; d'un autre côté, des dépressions, des excavations considérables annonçaient le haut degré de chaleur dont il avait été pénétré. Sa cassure était grasse, brillante, et ressemblait à celle de la fonte grise; pris en masse, il était doux, susceptible de recevoir l'impression du marteau, sans offrir cependant une grande élasticité; réduit en pièces, on le divisait facilement en petits morceaux, preuve de la faible cohérence qui régnait entre les grains; il ne répandait, en coulant, ni fumée ni odeur.

L'allure du fourneau ne fut point dérangée d'abord par la présence du zinc; mais deux jours après que les essais furent terminés, on vit sortir du gueulard et de l'ouvert-creuset une grande quantité de vapeurs: et la flamme, particulièrement à la tuyère, reprit l'éclat de celle du zinc en combustion. Bientôt, et sans que le chargement fut changé, le fourneau se trouva considérablement refroidi, la fonte devint blanche et mate, les laitiers noirs et poreux, la bouche de la tuyère se couvrit d'un nez, et des matières durcies se firent sentir dans l'ouvrage. Cet état, qui dura cinq jours entiers, mit le fourneau en danger.

La fonte obtenue par ces essais fut affinée dans les forges de Crambourg. Elle se foudra en conservant presque toute

sa nature de fonte; des scories rouges et très-liquides se formaient en grande quantité; la flamme qui s'élevait du foyer était blanche, éclatante, et devenait quelquefois blanchâtre ou jaunâtre; après le fusion on est soin de laisser congeler les scories sur le bain. On vit alors de petits jets de flammes bleu-jaunâtre traverser la croûte des matières avec un léger bruissement. Le changement de la fonte en fer ductile fut extrêmement rapide; on ne put soulever la masse qu'une seule fois. Les scories dantes se trouvaient être peu abondantes: le fer contenu dans le creuset était sec; il fallait y joir une grande quantité de battitures, ce qui est directement opposé à la manière dont le fer obtenu au coke se comporte ordinairement dans les foyers d'affinerie.

L'opération par attachement réussit parfaitement; le loup était mou: on aurait pu le couper avec le marteau, si le fer n'avait été en même temps extrêmement tenace; du reste, il ne paraissait ni rouvert ni cassant à froid.

On trouva dans la fonte une très-petite dose de zinc; mais le fer ductile n'en présentait pas une trace.

Il est vrai, ajoute M. Karsten, que l'on ne connaît pas encore de moyen certain pour déterminer de très-petites quantités de zinc dissolues du fer.

Ce qui précède doit suffire pour dissiper toute espèce de crainte sur la présence du zinc dans les métaux; cependant, pour ne laisser aucun doute, M. Karsten fit couler aussi des lingots d'affinage, en ajoutant au fer en une certaine quantité de zinc, soit à l'état métallique, soit à l'état d'oxide: le fer obtenu était d'excellente qualité; mais l'analyse n'a pu y découvrir une trace de zinc.

M. Hinmann pense aussi que le zinc ne doit inspirer aucune crainte aux maîtres de forges. Mais M. Rosenfranz, dans ses essais, a obtenu des résultats un peu différents; le fer s'est laissé bien forger, mais il était un peu rouvert, et cassant à froid. Quoi qu'il en soit, M. Karsten, d'après ses propres expériences, ne peut attribuer au zinc une action nuisible sur le fer. Le dérangement du fourneau n'est, à ses yeux, qu'un effet de la grande évaporation et du refroidissement qu'elle a dû produire.

Il est à observer en outre, que dans les expériences de M. Rosenfranz, on forçait, pour ainsi dire, les deux métaux de se mêler dans des proportions autres que celles qu'ils auraient choisies, si, à l'état liquide, ils s'étaient trouvés abandonnés à l'action de leurs molécules.

M. Berthier indique le procédé suivant pour analyser par la voie humide l'alliage de zinc et de fer.

On fait dissoudre dans l'eau régale; on étend d'eau, on évapore le liqneur d'ammoniaque qui dissout l'oxide de zinc et précipite le peroxyde de fer. On filtre celui-ci, et on le lave d'abord avec de l'ammoniaque, et ensuite avec de l'eau; on le sèche, on le calcine, et d'après son poids on calcule la proportion du fer métallique, et par différence celle du zinc.

M. Karsten prétend qu'on ne connaît pas encore de bonnes méthodes pour trouver de petites doses de zinc alliées au fer. Il est certain, dit-il, que dans ce cas ni l'ammoniaque ni la potasse caustique ne constituent pas de réactifs très-bons. On fait mieux, selon M. Karsten, d'employer le succinate d'ammoniaque; mais il est essentiel que le fer soit oxidé au minimum dans la dissolution, et que cette dernière soit parfaitement neutralisée par l'ammoniaque caustique, avant qu'on ne précipite l'oxide de fer par le succinate; il est essentiel aussi que la dissolution soit très-étendue d'eau.

M. Berthier rapporte dans son compte rendu de 1833, que le fer recouvert de $\frac{1}{100}$ de son poids de zinc ne s'oxide pas, même lorsqu'il reste exposé à l'air humide.

191. *Glucinium et Sélénium.*

On obtient, d'après M. Berthier, un alliage de ces deux métaux par la fusion. Sa formation a lieu avec dégagement d'une lumière très-vive.

Cet alliage se présente sous la forme d'une masse fondue, noire, à cassure grise et cristalline.

L'eau le dissout en petite quantité sans le décomposer; mais la dissolution s'altère à l'air; elle ne tarde pas à troubler et à produire un précipité rouge qui est un mélange de sélénium et de glucine.

192. *Glucinium et Tellure.*

Ces deux métaux se combinent par la fusion, sans dégagement de lumière. L'alliage qui en résulte se présente, suivant M. Berthier, sous la forme d'une poudre grise qui répand, à l'air, l'odeur de l'hydrogène telluré, et dégage ce gaz avec violence dans l'eau pure.

193. *Iridium et Mercure.*

M. Duttier est parvenu récemment à préparer un amalgame d'iridium en décomposant une dissolution de chlorure double d'iridium et de sodium par l'amalgame de sodium.

L'amalgame d'iridium est assez épais; la chaleur en sépare de l'iridium métallique.

194. *Iridium et Or.*

Ces deux métaux peuvent se combiner par la fusion, mais à l'aide d'une très-forte chaleur : l'alliage qui en résulte est ductile, malléable, et il conserve assez la couleur de l'or quand ce métal y prédomine.

L'or, allié avec l'iridium, n'en peut être séparé, d'après M. Thomas, par la capellation, ni par quaternation avec l'argent. En dissolvant l'or ou l'argent, l'iridium reste sous la forme d'une poudre noire. Mais lorsqu'on traite cet alliage par l'eau régale, l'iridium lui-même se dissout en partie, suivant M. Thénard; et il se dissoudrait en totalité si l'alliage n'en contenait qu'une petite quantité.

195. *Iridium et Osmium.*

L'iridium a une très-grande affinité pour l'osmium.

L'alliage de ces deux métaux, ou l'osmium d'iridium, se trouve dans la nature. Il se rencontre dans les minerais de platine, sous forme de grains ordinairement blancs, très-durs, brillants, cassants, tantôt arrondis, tantôt lamelleux et cristallins, que l'on distingue et que l'on sépare assez facilement. On en trouve de remarquables par leur volume, leur éclat et leur texture lamelleuse, dans certains minerais de platine de l'Oural. Ces minerais renferment aussi eux-mêmes une petite quantité d'osmium d'iridium qu'on dirait y avoir été introduit par fusion, et qui, après la dissolution du minerai, reste sous forme de paillettes brillantes très-déliées.

L'osmium d'iridium le plus pur est, d'après M. Berzelius, cristallin, blanc et miroitant, plus dur que l'acier, aussi réfractaire que l'iridium, d'une pesanteur spécifique de 18,644, et insoluble dans les acides. Les variétés impures de cet alliage sont grises, moins brillantes, et leur pesanteur spécifique est de 15,78.

C'est l'osmium d'iridium qui accompagne toujours la mine de platine.

On reconnaît, selon M. Berthier, la plus petite trace d'osmium contenue dans l'iridium, en chauffant celui-ci sur le bord de la flamme d'une lampe à esprit-de-vin, l'osmium donne à cette flamme un grand éclat. Si, après que cet éclat a cessé, on enfonce l'iridium dans la flamme, et qu'on le ramène ensuite sur les bords, l'éclat recommence, et cela, tant qu'il reste la plus petite partie d'osmium.

Quand on l'expose à l'action du feu, surtout après l'avoir réduit en poudre, cet alliage répand l'odeur de l'acide osmique; cependant, il ne subit, de cette manière, qu'une altération très-superficielle.

La présence du titane et de la zircone complique beaucoup, selon M. Berthier, le traitement de l'osmium d'iridium, et rend très-difficile la préparation de ces deux métaux à l'état de pureté : la voie sèche fournirait heureusement plusieurs moyens fort simples de séparer de l'osmium d'iridium toutes les substances dont il est mélangé, sans altérer aucunement cet osmium. On peut, d'après les recherches de M. Berthier, 1^o fondre le minerai à une haute température avec du cuivre, du plomb ou de l'argent; 2^o le fondre à une température moyenne avec du plomb, et 3^o le traiter par le litharge.

196. Iridium et Platine.

Ces deux métaux peuvent s'unir l'un à l'autre.

D'après M. Berthier, cet alliage est parfaitement malléable quand la proportion de l'iridium s'étend tout au plus à un ou deux centièmes; sa ductilité est beaucoup plus grande que celle du platine pur, et il résiste mieux que celui-ci à l'action du feu et des réactifs.

Cet alliage coule donc parfaitement, et mieux encore que le platine pur, pour la confection des ustensiles de chimie.

Une plus grande quantité d'iridium rend le platine cassant, de sorte qu'il se brise sous le choc du marteau; et quand l'alliage contient parties égales des deux métaux, il est tout-à-fait aigre, mais on peut le braver.

M. Gaudin a annoncé récemment qu'il était parvenu à préparer la chaux de Japon à faire des couverts et des tubes aussi minces qu'une coquille d'œuf, et pouvant résister au

est aussi bien que l'iridium qui, de tous les métaux, est, dit-il, le plus réfractaire; ces métaux jouissent en outre d'une très-grande dureté, ce qui permettra un jour, selon M. Gaudin, de fondre le platine et ses alliages avec le palladium, le rhodium et l'iridium.

M. Gaudin partage d'ailleurs complètement l'avis de M. Gouley, à savoir : que le platine fondu sera encore plus homogène et plus malléable que celui qu'on prépare au moyen des procédés actuels.

D'après ses essais, M. Gaudin annonce que le platine allié à environ un dixième d'iridium et fondu, devient très-malléable, plus brillant que le platine pur, susceptible au contraire de se durcir à la trempe; ce qui conduira à en faire des miroirs métalliques inoxidables, en plaquant le cuivre avec cet alliage.

137. Iridium et Plomb.

Ces deux métaux s'unissent assez facilement par la fusion.

M. Fauchaldin a préparé cet alliage; un huitième d'iridium rend le plomb plus dur, sans lui faire perdre sa ductilité.

Selon M. Berthier, l'alliage composé de :

Iridium	0,11
Plomb	0,89

est plus blanc que le plomb, plus dur et malléable. Il se fond à la chaleur blanche.

On sépare aisément ces deux métaux par la compellation; l'iridium reste sur la coupelle sous l'apparence d'une poudre noire grenue.

Cet alliage, traité par l'acide nitrique, laisse précipiter l'iridium.

138. Lithium et Mercure.

Le lithium s'oxide, mais avec difficulté, au mercure, quand on emploie celui-ci comme conducteur négatif de la pile électrique.

139. Magnésium et Mercure.

Le magnésium se dissout dans le mercure auquel il donne beaucoup de consistance. Le magnésium est même toujours

combiné, selon M. Berthéle, avec une portion du mercure employé pour sa préparation.

D'après M. Julia Fontenelle, le magnésium ne s'amalgame directement avec le mercure qu'à l'aide de la chaleur, et il suffit d'une fort petite quantité de magnésium pour faire perdre au mercure sa fluidité.

Cet amalgame, agité dans des vases de verre, s'y attache facilement et se recouvre d'un enduit métallique semblable à l'amalgame de bismuth.

200. Manganèse et Mercure.

On n'avait pas obtenu jusqu'ici la combinaison de ces deux métaux; mais M. Berthier a réussi récemment à préparer un amalgame de manganèse, en décomposant le chlorure de ce métal par un amalgame de sodium. Il y a dégagement d'hydrogène, formation d'un précipité abondant d'oxide de manganèse hydraté; et le mercure qui était combiné avec le sodium se trouve maintenant allié à une certaine quantité de manganèse. L'amalgame de manganèse a de la consistance, et il est très-fortement chargé de manganèse. Il décompose lentement l'eau.

201. Manganèse et Molybdène.

En fondant ensemble parties égales de ces deux métaux, M. Bérthier obtint un bouton irrégulier, infusible au chalumeau, et qui ne coloroit le borax qu'après avoir été grillé.

Selon M. Berthier, le molybdate de manganèse est d'un blanc blanchâtre, soluble dans 40 à 50 parties d'eau.

202. Mercure et Molybdène.

On ne connaît pas bien l'action du mercure sur le molybdène, mais on sait que M. Bérthier ne réussit point dans l'essai qu'il fit d'unir ces deux métaux.

203. Mercure et Nickel.

On n'était point parvenu jusqu'à présent à unir ces deux métaux.

Mais M. Berthier a réussi récemment à préparer plusieurs amalgames, et entre autres celui de nickel, par un procédé nouveau, consistant à décomposer les chlorures métalliques

par un amalgame de sodium. Il y a dégagement d'hydrogène, formation d'un précipité abondant d'oxide métallique hydraté, et le mercure, qui était combiné avec le sodium, se trouve maintenant allié à une certaine quantité de métal.

L'amalgame de nickel, préparé de la sorte, est peu consistant; il n'agit pas sur l'aiguille aimantée; mais l'action devient très-sensible quand on le chauffe de manière à chasser une partie du mercure. Si l'on chauffe jusqu'à volatiliser tout le mercure, il reste une masse noire très-magnétique, composée de métal et d'oxide métallique.

204. Molybdène et Nickel.

Ces deux métaux peuvent se combiner ensemble par la fusion.

En fondant parties égales des deux métaux, M. Stiehn obtint un bouton d'un gris clair à l'intérieur, séduant un peu à l'action du marteau avant de se rompre, et d'une texture grenue. Il n'était ni attirable à l'aimant, ni fusible au chalumeau.

Lorsqu'on augmentait la proportion du molybdène, la fusion de l'alliage devenait plus difficile, mais il conservait à peu près les mêmes propriétés.

Ces résultats sont rapportés par M. Thomson.

205. Manganèse et Or.

Ces deux métaux peuvent s'allier.

Selon M. Stiehn, le manganèse fondu avec un tiers d'or, forme un alliage à peine demi-ductile, dur, gris clair, à cassure grenue.

Avec dix parties d'or, au contraire, cet alliage fut tout-à-fait ductile, pâle et à grains fins.

M. Hatchell a fait aussi des expériences très-intéressantes sur l'alliage de ces deux métaux. Après avoir bien bécoté à diverses reprises un mélange d'huile d'olive et de peroxyde de manganèse, il mettait un morceau d'or, recouvert de cet oxide, dans un creuset garni de charbon et bien luté. Ce creuset était soumis pendant trois heures à une forte chaleur. Par ce moyen, une portion du manganèse était réduite, et se combinait ainsi à l'état de métal avec l'or.

L'alliage, contenant 0,12 de manganèse, était d'un gris jaunâtre pâle, avec un très-grand éclat presque égal à celui

de l'acier poli. Il était très-dur, et avait quelque ductilité. Sa cassure était à gros grains, très-spongieuse et d'un gris rougeâtre. Cet alliage ne s'attachait point à l'air : d'après l'analyse de M. Bragley, la proportion du manganèse dans cet alliage se trouvait varier du 8^e au 10^e du total.

Cet alliage se fond plus difficilement que l'or. En le tenant fondu à l'air, tout le manganèse est oxydè et coule à la surface. Le manganèse peut aussi se être séparé par la coupellation avec le plomb.

M. Hatchett attribue au manganèse le septième rang dans son classement des métaux, d'après l'effet qu'ils opèrent sur l'or dans la dissolution de sa ductilité.

Suivant M. Dumas, l'or ne peut s'allier à plus de 12 centièmes de manganèse.

206. Mercure et Or.

L'or se combine facilement, promptement et en toutes proportions avec le mercure. M. Faraday a même fait voir que le mercure émet une vapeur capable de s'amalgamer avec l'or, à de très-basses températures.

Placez une feuille d'or dans la paume de la main, et versez dessus un globe de mercure : il sera bientôt absorbé, ou se comportera avec l'or de la même manière que du argent ou du sel avec l'eau.

Une pièce d'or frottée avec du mercure s'en pèle sur-le-champ, et devient si fragile, qu'elle casse facilement entre les doigts.

Selon M. Bonelli, lorsqu'on plonge dans du mercure une tige d'or, au bout d'un temps plus ou moins long, elle se couvre de cristaux d'amalgame.

En plongeant l'or dans un bain de mercure, l'amalgame se produit, mais la combinaison se fait plus vite quand on chauffe. Le moyen le plus facile, selon M. Thomson, de former cet amalgame, est de jeter de petits morceaux d'or rouge du feu dans du mercure chauffé jusqu'à ce qu'il commence à fumer. Le mercure peut dissoudre beaucoup d'or sans cesser d'être liquide. L'amalgame est d'un blanc d'argent; saturé d'or, il est blanc d'argent jaunâtre, men comme de la cire, et peut se peler.

L'amalgame liquide étant pressé dans une peau de chamois, l'excès de mercure s'en sépare, et laisse pour résidu une

matière blanche, molle, pâteuse, formée d'environ 3 parties d'or et d'une de mercure. Après avoir été lavé par la trituration dans un mortier, avec de l'eau, cet amalgame peut être conservé long-temps dans un flacon bouché. Cet amalgame fond à une température peu élevée et à une chaleur au-dessus du rouge; le mercure s'évapore et laisse l'or à l'état de pureté.

L'amalgame liquide, préparé à chaud, et refroidi lentement, forme des cristaux dendritiques ou des prismes quadrangulaires.

On se sert, pour dorer le cuivre, le laiton et le bronze, d'un amalgame formé de 3 ou 3 parties de mercure pour une d'or. On prépare cet amalgame en faisant chauffer les deux métaux dans un creuset pour bien les incorporer ensemble; dès que l'or est complètement dissous, on verse le mélange dans de l'eau froide, et alors il est prêt à être employé.

Voici, d'après M. Thénard, le procédé employé en France pour dorer le cuivre jaune ou le laiton.

La première opération à laquelle on soumet le laiton, consiste à le calciner ou le recuire jusqu'au rouge; elle a pour objet de détruire les corps gras dont il pourrait être recouvert, mais comme il s'oxide en même temps que la graisse se brûle, il faut nécessairement le décaper, et c'est l'objet de la seconde opération : celle-ci se fait en plongeant le métal dans l'acide nitrique ou l'acide sulfurique faible; après quoi on le lave et on le sèche ou le frotte avec du son ou de la sciure de bois.

Le laiton étant ainsi préparé, on le mouille avec de nitrate de mercure qui le recouvre tout-à-coup de mercure, et l'on applique dessus, et partout, de l'amalgame avec une gratte-bronze. Certains doreurs, au lieu d'employer la dissolution de mercure, ne font usage que d'amalgame mêlé d'un peu d'acide nitrique. Dans tous les cas, on chauffe ensuite progressivement la pièce pour pouvoir étendre plus facilement l'amalgame, et pour repartir le mercure.

Au sortir du feu, les uns font bouillir la pièce dans l'eau, d'autres dans la décoction de réglisse, d'autres dans celle de farine de marrons d'Inde; tous en même temps la frottent pour la nettoyer.

La pièce sort toujours de cette opération d'un jaune sale. On ne parvient à lui donner la couleur de l'or, qu'en la recouvrant d'une bouillie composée d'eau, de sel de nitre et

d'abord, l'exposant au feu, le traitant par l'eau chaude, et frottant.

Enfin, on le passe à la dent de loup lorsqu'on veut la blancheur, et on le livre au commerce.

Suivant M. Berzélius, lorsque la pièce sort la première fois du feu, après l'application de l'amalgame, on le recouvre d'un mélange pulvérescent de nitre, de sel ammoniac, de vitriol de fer et de vert-de-gris, soit seul, ou mêlé avec de la cire fondue, et on chauffe de nouveau jusqu'à ce que la masse commence à fumer. L'or prend alors une couleur plus claire, et un peu du métal qu'il recouvre passe à l'état d'oxide, qu'on enlève en faisant bouillir la pièce dans une dissolution d'une partie de tartre et de deux parties de sel marin.

M. Berzélius indique aussi une autre méthode pour dorer l'intérieur des vases et des objets qui n'ont pas besoin d'être nettoyés souvent. On imbibé de petits morceaux de toile de lin d'une dissolution d'or dans l'acide nitrique et de sel marin. On les fait sécher, et on les réduit en cendres. On prend alors un morceau de liège lisse légèrement enduit à un des bouts, on l'insère dans le temps dans cette cendre et on frotte la surface du métal jusqu'à ce qu'elle soit entièrement couverte d'or. On la polit ensuite avec du liège fin, étendu sur un morceau de liège mou. Cette dorure est susceptible d'un très-bon poli.

Procédé de dorure par la voie humide. — Selon M. Schenbacht, de Berlin, le procédé inventé par M. Eltington pour dorer par la voie humide, est plus prompt et plus économique que l'ancien, et a l'avantage de ne point exposer à des vapeurs dangereuses.

Voici en quoi consiste ce procédé, réduit à sa plus grande simplicité. On dissout de l'or dans une quantité suffisante d'eau régale, et on évapore la dissolution jusqu'à siccité, à une chaleur ménagée pour obtenir du chlorure d'or parfaitement neutre. On dissout ce chlorure dans 150 fois son poids d'eau pure, on ajoute peu à peu à la dissolution 7 parties de carbonate de soude cristallisé, ou une quantité équivalente de carbonate de potasse pour 1 partie d'or. La liqueur blanchit et prend une teinte verdâtre; on la met en ébullition dans un vase de porcelaine, et on y plonge les objets que l'on veut dorer après qu'ils ont été parfaitement décapés. On les y laisse plus ou moins long-temps, selon que l'on veut obtenir une dorure plus ou moins solide, ou selon la proportion d'or

que la liqueur redevient : ordinairement une minute suffit. Aussitôt qu'on les a retirés, on les lave dans de l'eau distillée, et on leur donne la couleur : ils ont alors l'apparence des dentures faites au feu par le mercure.

Au bout d'un certain temps, la dissolution prend un degré d'alcalinité prononcé, et elle tient en suspension des oxides métalliques provenant des objets qui y ont été plongés. On la sature alors avec un acide, et on en précipite la petite quantité d'or qu'elle contient, encore au moyen du sulfate de fer.

L'or préparé pour être employé dans la peinture, s'appelle or en écaille ou poudre d'or. On peut l'obtenir, d'après M. Ure, en amalgamant 1 partie d'or avec 8 parties de mercure et en faisant ensuite évaporer ce dernier métal ; il laisse l'or sous la forme de poudre.

Un amalgame d'or et de mercure est employé aussi pour la dorure des boutons de cuivre.

La propriété que possède le mercure de s'unir facilement, même à froid, avec l'or et l'argent, a été fort utilisée dans les mines de l'Amérique. Suivant M. Macdonald, on y réduit en poudre fine les terres et les pierres contenant l'or ou l'argent à l'état métallique ; on mêle cette poudre avec le mercure qui se combine avec les parcelles métalliques sans altérer les parties terreuses. On soumet ensuite l'amalgame formé à l'action du feu dans une cornue : le mercure se réduit en vapeur et se sublime dans des récipients disposés à cet effet, tandis que l'or et l'argent restent au fond du vase.

207. Mercure et Genium.

L'anium s'amalgame avec le mercure. Mais cette combinaison ne paraît pas avoir été étudiée jusqu'à présent. On sait néanmoins que l'amalgame qui se forme par voie humide est pulvérulent et d'un gris noir. Il est totalement décomposé par une chaleur peu élevée.

208. Molybdène et Or.

D'après M. Thomson, le molybdène s'entre qu'en fusion imparfaite avec l'or et forme avec ce métal une masse compacte noire, dont une portion considérable de l'or se sépare lorsqu'on la chauffe fortement pendant quelque temps.

Cet alliage est attaqué par l'acide nitrique ; l'or se dépose en poudre fine, et le molybdène reste au-dessus sous la forme d'un oxide blanc.

Aucun des composés de ces deux métaux ne peut être amené à l'état de fusion parfaite, même à l'aide du borax.

Dans l'essai mentionné par M. Thomson, l'alliage s'est trouvé composé de :

Or. . . 6,42; — Molybdène. . . 2, 22

208. Manganèse et Plomb.

On n'a pu encore combiner directement ces deux métaux par fusion. Mais M. Berthier a chauffé dans un creuset basique à 150°,

Protoxide de manganèse 262,75 3 at. — 34,38 1 at.

Litharge. 57, 89 1 id. — 27,89 1 id.

Le premier mélange a donné un culot pesant 412,68, d'un gris de plomb, tendre, s'aplatissant un peu sous le marteau, mais cassant. Il était mélangé d'une petite quantité d'une matière pulvéulente noire qui paraissait être de l'oxide noir réduit; pour éviter cet inconvénient, on a ajouté un peu de charbon au second mélange. Celui-ci a produit un culot pesant 346,7 homogène, compacte et bien ductile; on a pu le réduire en lambeaux en feuilles très-minces ayant beaucoup d'éclat; mais ces feuilles se brisaient lorsqu'on voulait les rouler sur elles-mêmes; leur cassure était grenue et d'un gris très-foncé.

L'alliage devait contenir :

Plomb. 0, 798

Manganèse. 0, 205

c'est-à-dire un peu moins de 1 atome de manganèse pour 1 atome de plomb. Dans chacun de ces essais il s'est volatilisé beaucoup de plomb.

209. Mercure et Palladium.

Le palladium se combine très-bien avec le mercure et forme avec lui deux amalgames : l'un, liquide quand le mercure est prédominant, s'obtient lorsqu'on agit une grande quantité de mercure dans une dissolution de palladium; l'autre, solide si la quantité de mercure n'est pas trop considérable, se présente sous la forme d'une poudre noire, et renferme 48,7 de mercure, uni à 51, 3 de palladium; il se reproduit, lorsque le palladium précipité par le mercure est en excès. On peut le chauffer au rouge sous la

décomposés; le palladium, et sa grande affinité pour le mercure, en retient encore alors 1 at. pour 2 at. Au-dessus de cette température la séparation a lieu.

III. Mercure et Platine.

Le mercure s'amalgame difficilement avec le platine; il n'a même point d'action sur le platine forgé, mais seulement à chaud, sur le platine très-divisé, en éponge ou en fils très-fins. Ceux-ci, quoique plus denses que le mercure, le retiennent. Il faut les retirer au fond pour les amalgamer. Le mercure peut dissoudre beaucoup de platine sans cesser d'être liquide.

M. Guyton-Morveau parvint le premier à former cet amalgame à l'aide de la chaleur. M. Berzelius le prépare aussi en triturant et en chauffant légèrement du mercure avec de l'hydrochlorate d'ammoniaque et de platine. En une demi-heure l'amalgame est produit; il est grisâtre.

Mais le moyen le plus simple et le plus facile de la préparer paraît être celui indiqué par M. Murcin-Fuchs.

Il consiste à triturer avec le mercure la poudre fine qu'on obtient en précipitant le platine de sa dissolution dans l'acide hydrochloro-aîrique, par l'hydrochlorate d'ammoniaque, et à exposer le mélange à une chaleur graduée. Il est nécessaire de triturer un peu pour déterminer la combinaison; mais une fois qu'elle a commencé d'avoir lieu, elle s'opère rapidement, à l'aide d'une température un peu élevée.

On ajoute alternativement de petites quantités de platine et de mercure, jusqu'à ce qu'on se soit procuré une portion convenable d'amalgame; la masse s'échauffe pendant que la combinaison s'opère. On en sépare ensuite l'excès de mercure en le passant à travers une peau. M. Ore prétend qu'on peut de cette manière amalgamer quelques kilogrammes en peu d'heures, et il pense qu'en grand l'opération pourrait être abrégée au moyen d'un moutin convenable. M. Ore conseille de commencer l'opération après le refroidissement, avec environ 8 grammes de mercure et 11 grammes de platine.

L'amalgame ainsi obtenu est d'une belle couleur d'argent, et peut être conservé sans se ternir. Il est mou d'abord, mais il acquiert peu à peu de la ductilité; il est alors cassant.

Cet amalgame adhère facilement à la surface du verre qu'il convertit en miroir.

Il est décomposé par la chaleur ; il renferme 65 de mercure et 35 de platine.

Cet amalgame est également utilisé dans la préparation du platine propre à être forgé.

Selon M. Daniell, lorsqu'on plonge dans du mercure une tige de platine, elle ne se couvre pas, au bout d'un certain temps, de cristaux d'amalgame, comme cela a lieu pour d'autres métaux ; mais si l'on verse au même temps sur le mercure de l'eau acidulée par l'acide nitrique ou contenant en dissolution un sel neutre, l'amalgame de platine se forme, et il y a en même temps dégagement d'hydrogène et formation d'acétate de mercure.

212. Mercure et Plomb.

Le mercure se combine très-facilement avec le plomb, soit en le triturant avec de la limaille de ce dernier métal, soit en projetant du mercure dans le plomb fondu.

L'amalgame est blanc et brillant, et lorsque le plomb y est en proportion suffisante, il prend la forme solide.

Avec parties égales des deux métaux, on obtient, selon M. Berthollet, un amalgame susceptible de cristalliser.

M. Thomson dit que les cristaux sont composés d'une partie de plomb et d'une partie et demie de mercure.

Selon M. Berthollet, le mercure peut absorber jusqu'à la moitié de son poids de plomb sans perdre sa liquidité ; mais alors il tache les doigts et il fait le queue, c'est-à-dire que les gouttes, au lieu d'être globuleuses, prennent une forme allongée.

Lorsque le mercure contient de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{5000}$ de plomb, il acquiert la propriété de prendre une surface parfaitement plane dans le verre, et l'on peut alors s'en servir avec avantage pour grader les tubes, etc.

D'après M. Daniell, lorsqu'on plonge dans du mercure une tige de plomb, au bout d'un temps plus ou moins long elle se couvre de cristaux d'amalgame.

M. Kupper a fait des observations sur la densité de l'amalgame de plomb. En général, il se contracte et sa pesanteur spécifique est supérieure à celle des deux métaux pris isolément. La moindre contraction, ou du moins un diminution,

paraît se trouver près de l'amalgame formé d'un volume de plomb pour trois volumes de mercure.

La dilatation que ces amalgames éprouvent par la chaleur est moindre que celle qu'on trouverait par le calcul, d'après la dilatation du plomb et du mercure.

213. Mercure et Potassium.

Le mercure s'amalgame très-bien, à chaud, avec le potassium, et même à la température ordinaire, pourvu que le potassium ne soit point oxydé.

Pour préparer cet amalgame on se sert d'un tube de verre fermé par l'une de ses extrémités; on met le potassium en fond du tube et on le recouvre du mercure avec lequel on veut l'allier; puis, saisissant le tube avec une pince, on le chauffe jusqu'à ce que les métaux soient fondus.

M. Mackenzie indique le manière suivante de préparer cet amalgame en petit :

Mettez un globeule de mercure de la grosseur d'un pois sur un morceau de papier, et placez au-dessus un globeule de potassium moitié moins gros : retirez le papier pour établir le contact entre les deux métaux; à l'instant où il aura lieu, il y aura dégagement de chaleur et formation de l'amalgame.

Cet amalgame se solidifie en quelques secondes, quoiqu'il ne renferme qu'une petite quantité de métal solide et le double d'un autre métal fluide. C'est par la consolidation et la condensation de leurs parties que la chaleur est produite; conséquemment la pesanteur spécifique du nouveau composé est plus grande que celle des corps constituants.

Lorsque la quantité de mercure est celle à du potassium dans une proportion qui excède celle de 100 : 1 l'amalgame est liquide; mais on peut le concentrer en le distillant dans du gaz hydrogène.

A volume égal, le mercure s'unit au potassium avec dégagement de lumière; l'amalgame est solide, dur, cassant, et non malléable; à l'air il se décompose lentement.

En mêlant une partie de potassium avec deux de mercure en volumes, ou une partie du premier et 44 du second, au poids, la combinaison s'opère avec un grand dégagement de chaleur : après le refroidissement l'amalgame est dur et a l'apparence de l'argent.

En combinant le potassium avec 72 fois son poids de mer-

cure, on obtient un amalgame qui est solide, très-fusible, blanc, qui cristallise facilement, et possède d'ailleurs les mêmes propriétés que le suivant :

L'amalgame formé de 1 partie de potassium et de 145 parties de mercure, ressemble au mercure, absorbe le gaz oxygène de l'air à la température ordinaire, et se transforme en mercure pur et en oxyde de potassium; se décompose par la chaleur; se forme aussitôt que le potassium entre en fusion en donnant lieu, au moment de sa formation, à un grand dégagement de chaleur.

En jetant des parcelles de potassium sur un bain de mercure, elles disparaissent promptement par l'effet de leur combustion avec ce métal; il se produit même alors un phénomène remarquable toutes les fois que le mercure est légèrement humide : chaque petit fragment de potassium, mis en mouvement par l'hydrogène qui se dégage, s'agite en tous sens, va et vient jusqu'à ce qu'il soit entièrement dissous.

L'amalgame liquide, mis en contact avec l'ammoniaque ou les sels ammoniacaux, donne lieu à un hydrate ammoniacal de potassium et de mercure, très-remarquable par son aspect métallique, sa consistance, sa facile décomposition.

M. Berzelius, au sujet de l'action de l'amalgame de potassium sur l'eau, a fait une remarque intéressante. Il a vu que cet amalgame donnait avec l'eau seule du gaz hydrogène pur, mais que, quand l'eau était acide ou chargée de sel ammoniac, le gaz hydrogène dégagé avait l'odeur de celui qu'on obtient avec le zinc et l'acide sulfurique affaibli.

L'amalgame de potassium a, d'après le même chimiste, la propriété de dissoudre d'autres métaux et d'amalgamer même la surface du fer et du platine qui sont peu ou point attaqués par le mercure seul.

Cet amalgame a, selon M. Séverin, la propriété d'être le réactif le plus sensible pour reconnaître la présence du bismuth dissous dans le mercure. En effet, on donne cent millième, et même moins encore, de bismuth dissous dans le mercure, peut être détecté et rendu visible aussitôt par l'addition d'une certaine quantité d'amalgame de potassium et d'un peu d'eau : on voit s'élever du sein de la masse une goutte noire, mélange de bismuth et de mercure très-divisé, qui vient se placer à la surface, ou qui adhère aux parois du vase au-dessous du mercure.

Le cuivre, le plomb, l'étain, l'argent sont séparés éga-

lement, mais moins promptement et moins sensiblement à la fois que le bismuth, n'étant point associés, dans leur séparation, à du mercure-divisé, comme cela a lieu pour ce dernier.

214. Molybdène et Platine.

Ces deux métaux peuvent se combiner, dans certaines proportions, à l'aide d'une haute température. Ces alliages sont gris clair ou gris noir, durs et cassants, à cassure grasse.

D'après les expériences de M. Niels, la fusion d'un mélange à parties égales de ces deux métaux, produisit une masse dure, irrégulière, cassante, d'une texture serrée, d'un gris clair, avec éclat métallique.

4 parties de molybdène et 1 de platine donnèrent un alliage d'un gris bien dur, ségre, à cassure grasse.

3 parties de molybdène et 1 de platine ne se fondirent pas complètement. La même difficulté se présente lorsqu'on augmente la proportion du platine.

M. Niels trouva que le pesantier spécifique de cet alliage était de 20.

215. Molybdène et Plomb.

Ces deux métaux sont susceptibles de s'allier par la fusion. Une très-petite quantité de molybdène rend le plomb plus blanc, tandis qu'une plus forte proportion de ce même métal donne au plomb une couleur de plus en plus foncée et le rend cassant.

Ainsi, par exemple, en fondant ensemble 10 parties de plomb et 1 de molybdène, on obtient, selon M. Thomson, un alliage tant soit peu malléable, plus blanc que le plomb pur. En tenant cet alliage chauffé pendant quelque temps, le plomb s'en écaille en partie. En augmentant la proportion de molybdène, l'alliage devient cassant, de couleur foncée et plus difficilement fusible.

Selon M. Berthier, l'alliage qui renferme environ 0,16 de molybdène, se fond à 450° en un calet arrondi et acorniforme; on peut le piler sous le marteau et le réduire en feuilles minces au laminoir. Il a absolument la même couleur que le plomb pur.

L'acide nitrique en sépare le plomb et laisse le molybdène pur.

On le prépare, d'après M. Berthier, en chauffant au creuset braisé un mélange de litharge et de molybdène métallique : il se volatilise beaucoup de plomb.

216. Mercure et Rhodium.

On n'est pas encore parvenu à combiner ces deux métaux.

217. Manganèse et Silicium.

D'après M. Berthiès, le manganèse se combine avec le silicium, lorsqu'on réduit l'acide silicique (ou la silice) en même temps que le deutocide de manganèse par le carbone.

Le siliciure de manganèse qui s'est formé alors, entre en fusion et donne un bouton métallique gris d'acier, qui, d'après M. Sjöström, est insoluble, même dans l'eau régale, lorsqu'il contient beaucoup de silicium.

Il y a un grand nombre de minéraux de manganèse siliciés ou siliciés de manganèse; mais ils n'ont pas encore été tous rigoureusement spécifiés.

218. Mercure et Sélénium.

D'après M. Berthiès, le sélénium s'unit au mercure promptement en plusieurs proportions et sans production de lumière, quand on chauffe ces deux corps ensemble. L'amalgam au minimum de sélénium, ou proto-sélénium, se présente sous forme d'une masse solide d'un blanc d'étain; quand on le chauffe, il se sublime en feuilles ou lames brillantes, sans entrer en fusion. Si l'on ajoute plus de sélénium, l'excès de ce métal se volatilise d'abord, puis il se sublime une masse grise cristalline, qui paraît être du sélénure de mercure au maximum ou deuto-sélénure; et enfin du sélénure de mercure au minimum. Le proto-sélénure de mercure est composé de :

Mercure.	0,856	100	HgSe
Sélénium.	0,144	19,59	

Le sélénure de mercure est dissous facilement, même à froid, par l'eau régale, et converti en siliciure de deutocide de mercure; l'acide nitrique le dissout difficilement et seulement à l'aide de la chaleur, en le transformant peu à peu

en une poudre blanche, qui est du stéarate de protoxide de mercure.

219. Mercure et Sodium.

Ces deux métaux s'unissent facilement, promptement et avec dégagement de chaleur et de lumière, par le simple contact. Leur combinaison se fait avec une telle violence que toute la masse devient rouge de feu. L'amalgame reste liquide après le refroidissement.

Cependant, d'après M. Thénard, 50 parties de mercure et 1 de sodium forment un amalgame solide.

Suivant M. Mackenzie, en plaçant sur un verre de montre un globe de sodium de 15 grains, et le mettant en contact avec 10 grains de mercure, il y a combinaison instantanée et formation d'un alliage solide et brillant. Il y a production de chaleur pendant cette combinaison.

Selon M. Lampadius, l'amalgame composé de :

Sodium.	0,0563	1 at.
Mercure.	0,5437	6 id.

a la couleur de l'étain ; il est cassant et lamelleux comme le zinc ; on peut le réduire en poudre, l'eau le décompose lentement ; il est soluble dans le mercure.

M. Berzelius dit que lorsqu'on décompose la soude caustique par la pile électrique, en se servant du mercure comme conducteur négatif, on voit se former dans le mercure une végétation métallique, qui est un amalgame cristallin.

Le sodium est dissous en plus grande quantité que le potassium par le mercure,

220. Mercure et Strontium.

Le mercure s'unit au strontium qui retient toujours quelque peu de mercure qu'on emploie pour sa séparation.

Le seul procédé que l'on connaisse pour se procurer cet amalgame, et qui a été indiqué par M. le docteur Stiebeck, consiste à faire une pâte d'un sel de strontium (le sulfate ou le carbonate de strontium) et d'eau ; à le déposer, en forme de capsule, sur une plaque métallique ; à mettre du mercure dans cette espèce de capsule, et à mettre en contact d'une part, avec le mercure, le fil négatif d'une forte pile en atti-

visé, et d'autre part, avec la plaque métallique, le fil positif de la même pile.

L'acide et l'oxygène du sel se rendent au pôle positif, le strontium se rend au pôle négatif, et y trouve du mercure qui le dissout. Pour avoir un alliage un peu riche en strontium, il faut continuer l'expérience pendant long-temps.

221. Manganèse et Tantale.

Ces deux métaux peuvent s'allier.

En chauffant fortement un mélange d'acide tantalique (en-lombique), de charbon et de manganèse, on obtient un alliage de manganèse et de tantale. On en peut extraire ce dernier métal sous forme de poudre noire au moyen de l'acide hydrochlorique qui ne dissout que le manganèse. Cette poudre noire contient probablement du carbone.

Selon M. Berthier, on parvient également à allier ces deux métaux en chauffant leurs oxides mélangés avec du charbon à une très-haute température. Mais, suivant M. Berthier, cet alliage est imparfaitement fondu et ressemble à de la fonte.

Il existe dans la nature des tantalites et des tantalates de manganèse ferrifères.

Les tantalites sont en grains amorphes d'un noir de fer chair, lisses et peu éclatants à la surface, mais jouissant de l'éclat métallique dans la cassure, tendres. La poussière est de couleur de cannelle, non magnétique. — On trouve cette espèce à Kimito en Finlande, disséminée dans un granite. Sa pesanteur spécifique est de 7,96. Avec la soude et un peu de borax, elle donne sur le charbon quelques globules d'étain.

Les tantalates de fer et de manganèse ont reçu le nom de Columbités. Ces minéraux ont une composition variable, et paraissent constituer plusieurs espèces. On en trouve à Bradike et à Fuhle, près de Fahlun, en Suède, à Bedensmaie en Bavière, et à Hadden dans le Connecticut. Ils se ressemblent tous par leurs caractères extérieurs, et ils ne diffèrent du tantalite de Kimito qu'en ce que leur poussière est de couleur foncée, et en ce qu'ils sont plus légers. Le fer et le manganèse y sont à l'état de protoxides.

222. Manganèse et Tungstène.

MM. d'Elie-depart, en chauffant convenablement dans un creuset un mélange de 100 parties de manganèse, 50 par-

ties d'oxide jaune de tungstène et une quantité suffisante de charbon, ont obtenu un bouton brun bleuâtre foncé et d'apparence terreuse. En l'examinant dans sa partie intérieure avec une loupe, il ressemblait à de l'écumé impure de fer; il formait 107 parties du mélange primitif.

Le tungstène constitue trois espèces de minéraux, au nombre desquels se trouve la wolfram ou tungstate de manganèse ferrifère. Ce minéral ne s'est rencontré jusqu'ici que dans les terrains primitifs. Il accompagne presque toujours les minerais d'étain. — Il est d'un noir bruniâtre, éclatant, à cassure lamelleuse dans un sens, grenue et inégale dans les autres sens, peu dur, très-fragile, non magnétique. Sa pesanteur spécifique est de 7,555.

223. Mercure et Tellure.

M. Klaproth avait essayé, sans succès, de combiner ensemble ces deux métaux. Mais M. Berzelius dit que le mercure se combine très-facilement avec le tellure, et que cet amalgame est grenu et d'un blanc d'étain. Il n'a d'ailleurs rien de remarquable.

M. Berzinger a essayé récemment de préparer un amalgame de tellure, en décomposant une dissolution concentrée de chlorure double de tellure et de sodium, par l'amalgame de sodium; mais ce procédé, qui a réussi pour former d'autres amalgames, n'a point été efficace pour celui de tellure.

224. Manganèse et Zinc.

On n'est pas encore parvenu à obtenir la combinaison de ces deux métaux. Plusieurs chimistes pensent qu'ils ne peuvent point s'allier.

Selon M. Desprez, l'expérience a appris qu'un bon procédé pour séparer le manganèse du zinc, consiste à précipiter les deux métaux à l'état de carbonates, à les dissoudre dans l'ammoniaque, et à abandonner la dissolution à l'air pour péroxider et précipiter le manganèse; le zinc reste dans la liqueur; une légère chaleur chasse l'ammoniaque, et ce métal se précipite à son tour. On fait subir à chaque précipité le même traitement pour achever la purification. On pourrait se borner à dissoudre dans l'ammoniaque les métaux à l'état d'oxide, mais alors la séparation serait moins complète.

M. Berthier indique un autre moyen de séparer le zinc du manganèse.

On dissout dans l'acide nitrique, on évapore à sec, on calcine les nitrates, et on traite le résidu par l'acide acétique, qui ne dissout que l'oxyde de zinc.

Il existe un minéral nommé *brucite*, qui est un oxyde de zinc mangano-silicé. Ce minéral a été découvert par M. Bruce, dans la province de New-Jersey, aux Etats-Unis d'Amérique. Il est accompagné de franklinite, etc. La brucite est d'un rouge orangé approchant d'un rouge de sang : sa poussière est d'un beau rouge orangé. — Elle est en grains amorphes irrégulièrement disséminés dans la gangue. Sa cassure est éclatante, lamellaire dans un sens, légèrement conchoïde dans un autre sens, les éclats minces sont transparents. Elle est aisément rayée par l'acier et très-fragile. — Sa pesanteur spécifique est de 3,432. Elle est composée, selon M. Berthier, de :

Oxyde de zinc.	0,58
— de manganèse.	0,12
	1,00

255. Mercure et Zinc.

Le mercure se combine aisément avec le zinc.

Cet amalgame a été examiné par M. Malouin.

Le procédé pour l'obtenir le plus facilement, suivant lui, consiste à mettre du mercure avec du zinc chauffé de manière qu'il puisse charbonner le papier, mais non le brûler.

La consistance de cet amalgame varie selon la proportion du zinc. M. Cadet prétend qu'il devient liquide par la trituration.

Une partie de mercure et 3 parties de zinc forment un composé blanc, très-cassant.

Une partie de zinc et 2 à 2 $\frac{1}{2}$ parties de mercure donnent un amalgame qui cristallise, lorsqu'après avoir été fondu, on le laisse refroidir lentement. M. Thomson dit qu'on s'en sert pour l'excitation des machines électriques.

Selon M. Daniell, lorsqu'on plonge dans du mercure une tige de zinc, au bout d'un temps plus ou moins long, elle se couvre de cristaux d'amalgame.

M. Parnes attribue également à l'amalgame de zinc la pro-

peut d'électriser la terre par le frottement à un très-haut degré ; mais, d'après cet auteur, il faut allier une partie de zinc à 5 parties de mercure, et brayer ensemble 4 parties de cet amalgame encore chaud et une partie de cire un peu chaude aussi. On obtient ainsi une poudre dont on frotte avec succès les courroies de la machine électrique, et qu'il faut conserver dans des flacons bien bouchés.

L'amalgame de zinc peut servir à éprouver la combinaison du mercure avec des fils métalliques, à l'aide du procédé suivant qui est dû à M. Kemp.

Si l'on met dans un vase un amalgame de zinc contenant environ de $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{20}$ de zinc, et qu'on recouvre cet amalgame d'une couche d'acide muriatique pur et un peu concentré, puis qu'en plonge verticalement des fils métalliques dans l'acide, assez profondément pour qu'ils touchent au mercure, il se dégage à l'instant du gaz hydrogène, le zinc s'oxide, se dissout et le mercure monte le long des fils et en peintes le métal jusqu'au niveau de la surface supérieure de l'acide. Le mercure monte d'autant plus rapidement que l'acide muriatique est plus concentré, et probablement en raison de l'énergie de l'action chimique qui se développe.

126. Nickel et Or.

Ces deux métaux peuvent s'allier par la fusion. Le nickel pâlit la couleur de l'or et le rend cassant.

M. Hatchett, en fondant ensemble 11 parties d'or et 1 de nickel, obtint un alliage de la couleur d'un beau laiton. Il était cassant, sa cassure était terreuse, à gros grains. Sa pesanteur spécifique était de 17,068. Il y avait eu expansion. En supposant le volume avant la fusion 1000, elle serait devenue après, 1007.

M. Berthier fait, au sujet de ces expériences, la réflexion suivante. Le nickel étant ductile et ayant la propriété de former beaucoup d'alliages qui le sont également, il est étonnant que ceux qu'il donne avec l'or soient cassants : peut-être M. Hatchett n'a-t-il pas pu, à l'époque où il a fait son travail, se procurer du nickel pur.

127. Nickel et Palladium.

Ces deux métaux sont susceptibles de s'unir par la fusion, et forment un alliage ductile, mais le palladium donne de la dureté au nickel.

218. Nickel et Platine.

D'après MM. Berthier et Berthier, parties égales de ces deux métaux donnent un alliage facile d'un jaune pâle, susceptible d'un beau poli, et possédant la propriété du nickel d'être attiré par l'aimant.

219. Nickel et Plomb.

D'après M. Thomsen, ces deux métaux ne se combinent que difficilement par la fusion.

Selon M. Berthier, le plomb ne forme pas de véritables alliages avec le nickel, mais il peut dissoudre néanmoins une quantité très-notable de nickel. — Quand on chauffe très-fortement, dans un creuset braqué, un mélange de litharge et d'oxide de nickel, on obtient un culot de plomb qui renferme à son centre un bouton de l'autre métal; celui-ci est très-cassant, et test porté à cuire qu'il est mélangé d'un peu de plomb. Quant au plomb, il est parfaitement ductile, mais très-fortement magnétique, et l'analyse fait voir qu'il renferme 0,04 à 0,05 de nickel. On obtient également du plomb chargé de 0,04 à 0,05 de nickel, en chauffant un creuset braqué, à 50°, de l'oxide de nickel avec vingt fois son poids de litharge.

220. Nickel et Zinc.

Suivant M. Thomsen, le zinc se paraît pas susceptible de se combiner avec le nickel par fusion; mais les Chinois semblent cependant être en possession de quelques procédés pour combiner ces métaux, car ils font partie du pak-fong ou cuivre blanc de la Chine.

M. Berthier, au contraire, admet la possibilité de cette combinaison et dit qu'elle se présente sous la forme d'une masse blanche et cassante, qui entre en effet dans la composition du pak-fong.

Les expériences suivantes, dues à M. Berthier, ne laissent plus de doute sur la formation de cet alliage par fusion.

7 gr. de nickel métallique en poudre ont été mélangés avec 14 gr. de grenaille de zinc; on a recouvert le tout de flux noir, et on a chauffé le tout dans un creuset couvert à une température d'environ 50° pyrométriques, pendant environ une heure; il s'est produit une grande quantité de zinc et

L'on a eu un calet métallique bien réuni et sans grenailles, pesant 13 gr., 2, et qui, par conséquent, devait contenir :

Nickel.	0,55
Zinc.	0,47

c'est-à-dire moins d'un atome de zinc pour un atome de nickel. Ce calet était cassé, cassant, à cassure grasse cristalline, d'un rouge de kupfer-nickel, et il prenait un très-beau poli sous le frottement. On l'a chauffé dans un creuset braqué à la chaleur d'un émail de fer pour en séparer le zinc. Le calet qui est resté était bien fondu et pesait 7 gr. 15 : comme il ne pouvait contenir que 7 gr. de nickel tout au plus, il devait contenir environ 6 gr. 15 de zinc, c'est-à-dire 0,68 au moins.

Ce calet était d'un beau blanc d'argent et s'aplatissait beaucoup sous le marteau avant de se rompre. Peut-être, dit M. Berthier, pourrait-on employer le zinc avec avantage pour préparer en petit du nickel en masses fondues, compactes et mallables.

M. Smith indique le moyen suivant de faire l'analyse d'un alliage de nickel et de zinc.

Pour opérer la séparation de ces deux métaux, s'ils ont été dissous dans l'eau régale, on évapore à sec pour chasser l'excès d'acide, et on le dissout ensuite dans de l'eau à laquelle on ajoute une quantité suffisante d'acide acétique. Alors on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré dans la liqueur, et tout le zinc se précipite sans entraîner de nickel.

231. Or et Osmium.

Ces deux métaux sont susceptibles de se combiner ensemble par la fusion. L'alliage qui en résulte est mallable et ductile quand l'osmium y entre en petite quantité.

Cet alliage conserve avec la couleur de l'or quand ce métal y prédomine; il se dissout aisément dans l'eau régale et fournit par distillation l'oxide d'osmium.

232. Or et Palladium.

Le palladium se combine avec l'or par la fusion, et forme avec ce métal un alliage dur, ductile et qui a généralement la couleur grisâtre du platine, quand le palladium y est en faible proportion. La ductilité de l'alliage est pourtant infé-

riétés à celle de l'or ou du palladium pur; sa cassure est grasse, à gros grains.

Une petite quantité de palladium suffit pour blanchir l'or.

C'est sur une lame de cet alliage qu'a été gravée la division du grand cercle construit par M. Foville, pour l'Observatoire de Paris.

D'après les expériences de M. Chevreul, parties égales de palladium et d'or fondus ensemble dans un creuset formèrent un alliage de couleur grise, presque blanche, dont la dureté était à peu près égale à celle du fer forgé. Cet alliage cédait au marteau, mais il était moins ductile que l'un ou l'autre des deux métaux qui le composaient, et il se rompait par des percussions répétées. La cassure était grossièrement grenue, et présentait des indices de cristallisation. Le pointeur spécifique de cet alliage était de 14,078.

L'alliage de palladium et d'or a été trouvé tout formé. M. Clowd, directeur des travaux chimiques à l'hôtel des monnaies de Philadelphie, a découvert, en 1810, un alliage de ces deux métaux, dans deux lingots du Brésil. M. Clowd n'a point fait une analyse quantitative de cet alliage.

On obtient ainsi un alliage de ces deux métaux par le lavage d'un minéral particulier, qui est exploité dans le mine Gorge Soto, au Brésil, et qui porte le nom de *Zucotings*. Ce *Zucotings* est un fer oligiste, dans lequel l'alliage de palladium et d'or se trouve en petite quantité. Il y est accompagné de mica d'oxide de manganèse et de quartz. Ce minéral a donné moyennement, dans ses dix dernières années, 25,000 liv. d'alliage par an. Cet alliage a présenté une richesse moyenne en or de 4 p. $\frac{1}{10}$. Le palladium se trouve dans cette substance en parties à l'état métallique allié à l'or; mais une bonne partie se trouve aussi à l'état d'acide.

283. Or et Platine.

Ces deux métaux peuvent s'allier en toute proportion par la fusion; mais leur combinaison ne peut avoir lieu qu'à une très-haute température, autrement le platine n'est que dispersé à travers l'or; on doit donc employer la forge pour allier ces deux métaux. Tous les alliages qu'ils forment sont bien ductiles et très-élastiques.

D'après M. Thénard, cet alliage, dont se sont occupés successivement MM. Lewis, Fauquelin, Klaproth et sur-

lent M. Hatchett, est remarquable par la grande quantité d'or qui doit entrer dans sa composition pour qu'il devienne légèrement jaune.

Celui qui est formé de 4 à 8 parties d'or et d'une partie de platine, a essentiellement la même couleur que le platine pur. D'après le docteur Lours, cet effet a lieu lorsque la proportion du platine ne s'élève pas au-delà de $\frac{1}{100}$. M. Dumas dit qu'on reconnaît, par la couleur seule, l'or qui ne renferme que 0,01 de platine.

Suivant les expériences de M. Klaproth, si le platine excède la proportion de $\frac{1}{117}$ de l'or, la couleur de l'alliage est beaucoup plus pâle que celle de l'or; mais si la quantité du platine est au-dessous de cette proportion de $\frac{1}{117}$, la couleur de l'or n'est pas sensiblement altérée et sa ductilité reste la même.

La couleur de l'or ne devient prédominante que lorsqu'il constitue les $\frac{2}{3}$ de l'alliage.

L'alliage est encore blanc, d'après M. Hatchett, lors même qu'il contient onze fois autant d'or que de platine; il ressemble alors à de l'argent terne, et est très-ductile et très-élastique; ce qui a fait supposer à M. Hatchett qu'on pourrait employer cet alliage avec succès pour la fabrication des ressorts de montre et d'autres objets. La pesanteur spécifique de cet alliage est de 19,615.

Avec $\frac{1}{118}$ de platine, suivant M. Berzelius, ou $\frac{1}{115}$, selon M. Moenchels, on obtient un alliage d'un jaune pâle analogue au peboident; avec une plus forte proportion de platine, M. Berzelius dit que l'or perd totalement sa couleur et sa malléabilité et devient très-refractaire.

M. Ure prétend même que la couleur de l'or est très-sensiblement altérée quand la proportion du platine qui lui est allié, excède les quarante-septième de la masse.

On ne peut allier l'or avec $\frac{1}{100}$ de son poids de platine, sans que la fraude ne se découvre aisément par l'affaiblissement de la couleur; M. Vauquelin a fait voir que dans le cas où la proportion du platine n'excède pas cette quantité de $\frac{1}{100}$, il peut être complètement séparé de l'or, en réduisant l'alliage par le laminoir, en plaques minces, et en le mettant en digestion dans l'acide nitrique; le platine est enlevé par l'acide, et l'or reste; mais si la proportion du platine excède un dixième, alors il ne peut plus être séparé complètement par ce moyen.

Dans tous les cas, d'après M. Thénard, cet alliage est plus fusible que le platine, et d'autant plus qu'il contient plus d'or. Il n'agit en aucune manière sur le gaz oxygène et sur l'air, soit à chaud, soit à froid; cependant il est attaqué par l'acide nitrique, ainsi que M. Foucault l'a reconnu, quoique cet acide soit sans action sur les deux métaux non alliés. Mais M. Berthier dit au contraire que l'acide nitrique n'attaque pas les alliages d'or et de platine.

M. Thénard dit qu'à une certaine époque, l'on a craint qu'on ne fit usage du platine pour faire de la fausse monnaie en l'alliant à l'or; mais les propriétés de cet alliage ont bientôt dissipé ces craintes, d'autant plus qu'il est extrêmement facile de reconnaître par la coupellation, à l'aspect que prend le bouton, quelques millièmes de platine dans l'or.

Au reste, les excellentes qualités de cet alliage le rendent précieux; il peut servir aussi, selon M. Morrenais, à fabriquer les ressorts qu'on ne peut faire en acier.

M. Prinep a proposé l'emploi d'alliages d'or et de platine, pour l'évaluation des hautes températures. Il a préparé dans ce but une série d'alliages de ces deux métaux. Le tableau suivant fait connaître les résultats qu'il a obtenus.

NOMBRE.	PROPORTIONS		MÉTIER.	ÉTAT.	PROPORTION	PESÉE	MARQUE.
	de l'or.	de platine.					
1	100	0	Partie la plus chaude d'un fourneau d'essai.	19,20	1000	Parfaitement malléable.	
2	99	1		18,4	1001,4	En peu cassant.	
3	98	2		17,6	1002	Id.	
4	96	4		16,8	1004	Id.	
5	94	6	Refondu.	16,0	1006,2	Pas très-bien fondu.	
6	92	8	Forge.	15,2	1008	Cassant.	
7	90	10	"	14,4	1010	Id.	
8	88	12	"	13,6	1011,6	Un peu cassant sur les arêtes.	
9	86	14	"	12,8	1013	Tenace.	
10	84	16	"	12,0	1014,4	Parfaitement malléable.	
11	82	18	"	11,2	1016	Id.	
12	80	20	"	10,4	1017,6	Cassant.	
13	78	22	"	9,6	1019	Id.	
14	76	24	"	8,8	1020,8	Tenace.	
15	74	26	"	8,0	1022	Tenace.	
16	72	28	"	7,2	1023,6	Malléable.	
17	70	30	"	6,4	1025	Entièrement malléable.	
18	68	32	"	5,6	1026,4	Cassant sur les arêtes.	
19	66	34	"	4,8	1027,8	Id.	
20	64	36	Coupel. d'essai.	4,0	1029	Parfaitement malléable.	
21	62	38	Fondu.	3,2	1030,2	Id.	
22	60	40	"	2,4	1031,4	Pas entièrement malléable.	
23	58	42	"	1,6	1032	Malléable.	
24	56	44	"	0,8	1033,2	Parfaitement malléable.	
25	54	46	"	0,0	1034	Des échantillons et des aciers.	
26	52	48	"	0,0	1035	Id. et cassant.	
27	50	50	Tenace de l'acier.	0,0	1036	En peu cassant.	
28	48	52	Graisse fondue.	0,0	1037	Cassant, mais non fond.	
29	46	54	"	0,0	1038	Non fond.	
30	44	56	"	0,0	1039	Pis de platine seulement appliqué, ou sous des échantillons par l'or.	

Les quatre premiers échantillons furent fondus sous une moule d'essai: ils furent enveloppés dans du papier, et les coupelles en ce calcaire furent toutes techniques, sous les grains métalliques, d'un beau bleu d'acier (pour-tire du phosphore de fer).

Les grains fondus dans une forge, quand on les laisse refroidir graduellement, étaient tous profondément cristallins; la couleur des grains cassants était plus terne que celle des grains malléables.

Le n° 7 fut refondu, enveloppé dans de la peau; il gagna en poids $\frac{1}{10}$ pour cent, et fut plus cassant qu'auparavant.

Les pesantiers spécifiques furent pris après que les échantillons eurent subi plusieurs chocs; mais on ne peut pas trop s'y fier, dit M. Prinep, à cause du petit volume des échantillons et des fuites sur leurs arêtes; elles sont cependant le moyenn des deux expériences séparées, faites à des époques éloignées; elles montrent en général que les grains cassants étaient d'une pesanteur spécifique moindre que celle des grains malléables.

Quant au système de M. Prinep sur l'évaluation des hautes températures, on le trouvera exposé dans son mémoire, inséré dans les *Annales des Mines*, t. 41. p. 247.

354. Or et Plomb.

Le plomb s'allie à l'or, par fusion, en toutes proportions et forme avec ce métal des alliages peu ductiles; ils sont même extrêmement cassants dans certains cas. En effet, il suffit, suivant MM. Ure et Despretz, de $\frac{1}{1000}$ et, selon M. Berthier, d'un demi-millième de plomb pour rendre l'or complètement cassant.

D'après M. Hatchett, avec $\frac{1}{1000}$ de plomb, on fait déjà perdre à l'or un peu de sa malléabilité, et même il suffit d'exposer ce métal à la vapeur de plomb pour ôter sa ductilité; aussi M. Hatchett a-t-il placé le plomb en première ligne avec le bismuth et l'antimoine, dans son classement des métaux, d'après la diminution de ductilité qu'ils font éprouver à l'or.

Par contre, selon M. Ure, le plomb est rendu plus ductile par l'addition d'une petite quantité d'or.

Le plomb n'a point, à beaucoup près, une aussi grande influence sur la couleur de l'or, que sur sa ductilité; car, selon M. Dumas, un alliage contenant 8 p. $\frac{2}{100}$ de plomb, possède encore la couleur de l'or, mais il a une grande fragilité.

11 parties d'or et une partie de plomb forment un alliage qui a extérieurement la couleur de l'or mais un peu plus

pâte; il est si fragile qu'il se brise comme du verre; sa couleur est à peine fine, d'un brun pâle, sans aucun éclat métallique et ayant l'apparence de la porcelaine. Cet alliage est plus dur et plus fusible que l'or; sans action sur l'air à la température ordinaire; on absorbe le gaz oxygène à la chaleur rouge, et se transforme en oxyde de plomb qui se vitrifie et en or pur en presque pur. La pesanteur spécifique de cet alliage est de 18,880; un peu moindre que celle moyenne des deux métaux alliés, qui est par conséquent éprouvée de l'expansion en s'unissant. Cette expansion augmente à mesure que la proportion de plomb diminue lorsqu'on y supplée, celle de l'or restant la même, par une addition de cuivre; elle est à son maximum lorsque le plomb n'entre que pour 0,001 dans l'alliage.

Comme on est obligé d'allier l'or avec une certaine quantité de cuivre pour en faire des vases, des ornements ou bien de la monnaie, il faut bien se garder d'employer du cuivre qui contiendrait quelques atomes de plomb.

La combinaison de l'or avec le plomb fournirait un moyen de purifier l'or en grand. A cet effet on fait fondre l'or avec du protoxyde de plomb et du soufre. Quand la fusion est effectuée, on ajoute à la masse de la poudre de charbon, et on obtient de l'or allié avec du plomb que l'on soumet ensuite à la compellation. Cette opération sépare complètement le plomb de l'or.

235. Or et Potassium.

M. Davy s'est assuré que le potassium peut aisément se combiner avec l'or à l'aide de la chaleur.

Cet alliage est détruit à l'air ou avec l'eau.

M. Blich prétend qu'en chauffant long-temps l'or avec du charbon, on lui fait prendre la belle couleur jaune qu'à Venise on sait donner aux sequins.

Selon M. Thénard, il est très-probable qu'en chauffant l'amalgame d'or avec le potassium, on parviendrait aussi à faire un alliage de ces deux métaux; il en résulteroit d'abord un alliage triple qui bientôt seroit décomposé par une chaleur suffisante, et qui, laissant en contact le potassium et l'or, molécule à molécule, leur permettrait de s'unir.

235. Or et Rhodium.

L'or peut être allié par la fusion au rhodium.

Cet alliage est fusible quand le rhodium n'est pas en grand excès; il ne s'oxide point à un haut degré de chaleur; mais, étant refroidi lentement, il se recouvre d'une croûte d'oxide noir de rhodium.

M. André-del-Rio dit que cet alliage est cassant. Cependant une petite quantité de rhodium donne à l'or de la ductilité sans altérer sa ductilité. Le rhodium n'a d'ailleurs pas comme le platine et le palladium, la propriété de dissoudre l'or.

Lorsqu'on fait fondre le rhodium avec 5 à 6 parties d'or, il altère peu l'aspect de ce métal, mais il diminue sa fusibilité.

En traitant au chalumeau 1 partie de rhodium avec 4 parties d'or, quoique l'alliage prenne la forme arrondie, il semble être cependant plutôt à l'état d'émulsion qu'à celui de fusion complète.

Mais 1 partie de rhodium et 6 parties d'or forment un composé d'une fusibilité parfaite, qui exige un degré de chaleur plus considérable que l'or fin. La circonstance par laquelle le rhodium présente la différence la plus frappante avec le platine, est, selon M. Thomson, la couleur de cet alliage; car toute personne qui ne serait pas avec exercice pour distinguer les différentes qualités de l'or, le prendrait pour de l'or fin; tandis qu'au contraire la couleur d'un alliage d'or avec la même proportion de platine diffère très-peu de celle de ce dernier métal.

M. André-del-Rio, membre de l'institut des sciences à Mexico, y a trouvé un alliage d'or et de rhodium qui n'était pas encore connu en Europe. Il résulte des analyses qu'il en a faites, que le rhodium s'allie avec l'or en différentes proportions, et que le terme moyen est de 34 parties de rhodium pour 100 d'alliage.

Le docteur Wollaston avait avancé que les alliages d'or avec le rhodium étaient très-ductiles. Mais M. Del-Rio prétend que c'est une erreur. Il y a long-temps, dit-il, qu'on observait le contraire dans la maison de départ de Mexico; mais on l'attribuait à l'action des acides, comme si l'on en employait plus d'un, et qu'ils fussent très-volatils et très-sujets à être décomposés. A présent, on peut concevoir qu'un

métal aigre, et en si grande quantité, doit rendre cassants les alliages qu'il forme.

La comparaison du poids spécifique de ces alliages (examinés par M. Del-Rio) avec celui donné par le calcul, fait voir qu'il y a eu dilatation par suite de la combinaison des deux métaux composant l'alliage.

L'acide nitrique n'a aucune action sur le rhodium dans cet alliage; mais, selon M. André-Del-Rio, cet alliage se dissout complètement dans l'eau régale quand l'or y domine. On peut précipiter l'or de la dissolution sans mélange de rhodium, par le proto-sulfate de fer ou par l'acide oxallique, ou même par l'ammoniaque.

257. Or et Sodium.

M. Davy s'est assuré que le sodium peut aisément se combiner avec l'or, à l'aide de la chaleur.

L'air et l'eau détruisent cet alliage.

258. Or et Tellure.

L'or paraît avoir une grande affinité pour le tellure.

Sous le nom d'*or problématique*, d'*or paradoxal*, d'*or blanc*, les chimistes désignèrent long-temps une combinaison d'or et de tellure qui se rencontre en Transylvanie. Sa nature exacte demeura inconnue, ainsi que l'explique son nom, jusqu'au vers l'année 1792, époque où M. Muller de Reichenstein y découvrit le tellure. Cette découverte fut confirmée ensuite par M. Klaproth.

D'après M. Berzelius, cette combinaison porte le nom de telluride (composé de tellure faisant fonction d'acide) aurique, se comporte comme élément électro-négatif à l'égard des tellurures (combinaison du tellure avec les autres corps) et forme avec eux des telluraures (composés formés par le tellure d'or avec d'autres composés) particuliers.

Cette combinaison prend naissance quand on précipite du chlorure aurique (deuto-chlorure ou muriate d'or) par le telluride hydrique (hydrogène telluré) ou le tellurure potassique.

Il y a dans la nature deux telluraures d'or qui sont com-

binés avec d'autres tellurures; l'un correspond à l'oxide et contient, selon M. Berthier,

Or.	0,5072	100
Tellure.	0,4928	97,5

et l'autre renferme deux fois autant de tellure en

Or.	0,538	100
Tellure	0,685	125

219. Or et Tungstène.

MM. d'Ellegari ont essayé d'allier ces deux métaux en chauffant fortement dans un creuset un mélange de 100 parties d'or, 50 parties d'oxide jaune de tungstène et une quantité convenable de charbon. Mais la fusion ne fut pas complète. Le bouton était de 139 parties. Par la coupellation avec le plomb, l'or a été rendu à sa pureté primitive.

220. Or et Zinc.

Le zinc peut s'unir à l'or en toutes proportions, par fusion. Il y a contraction dans tous les alliages.

M. Hatchett opéra l'union de 14 parties d'or et de 1 partie de zinc. L'alliage était d'un jaune verdâtre pâle, semblable au laiton et très-cassant. Sa pesanteur spécifique était 16,637. Le volume des deux métaux, de 1000 avant l'union, était après d'environ 997; d'où il suit qu'il y avait eu un peu de contraction. Cet alliage continuait d'être cassant lors même que la proportion du zinc n'y était que d'un sixantième.

Il suffit même de mettre l'or fondu près du zinc, en ventilation, pour que ses fumées rendent l'or cassant.

M. Mellor assure que dans un alliage composé de 1 partie d'or et de 7 parties de zinc, si le zinc est mis à l'état de fleurs, il entre avec lui la totalité de l'or. C'est aussi l'opinion de MM. Haeger et Léonardi : seulement ils pensent que la proportion du zinc doit être 10 à 12 fois celle de l'or.

Suivant les proportions des deux métaux, leur alliage est parfois dur et très-pulvérisable. MM. Ore et Cadet prétendent qu'à parties égales des deux métaux, il se produit un alliage blanchâtre, d'un grain fin, et qui est propre à la confection des miroirs pour télescopes, en raison du beau poli qu'il est susceptible de prendre et parce qu'il n'est point sujet à se ternir.

241. Palladium et Platine.

Ces deux métaux s'allient par la fusion, en toutes proportions.

Le palladium donne de la dureté au platine, mais il diminue beaucoup la ductilité de ce métal.

Cet alliage a été trouvé tout formé.

D'après les essais de M. Chevreux, parties égales des deux métaux entrèrent en fusion à un degré de chaleur peu supérieur à celui nécessaire pour fondre le palladium seul. Cet alliage était de couleur grise et sa dureté était à peu près égale à celle du fer forgé; mais il était peu malléable et se rompait avec facilité par des percussions répétées; sa pesanteur spécifique était de 13,441.

242. Palladium et Plomb.

Ces deux métaux peuvent s'allier par la fusion.

Le plomb augmente la fusibilité du palladium; mais l'alliage de ces deux métaux est très-dur, gris et très-cassant.

M. Fischer a remarqué qu'il se produît une très-belle phosphorescence au moment où le palladium se combine avec le plomb.

Un alliage de ces métaux, préparé par M. Chevreux, en proportions indéterminées, était de couleur grise et d'une cassure à grains fins. Il était très-dur, mais extrêmement cassant; sa pesanteur spécifique était de 12,000.

Selon M. Berthier, on peut décomposer les alliages de ces deux métaux par la compulsion en chaux vive; il reste une masse spongieuse d'un blanc d'argent.

243. Palladium et Potassium.

Selon M. Thénard, il est très-probable qu'en chauffant l'amalgam de palladium avec le potassium, on parviendrait à faire un alliage de palladium et de potassium. Il en résulterait d'abord un alliage triple qui bientôt serait décomposé par une chaleur suffisante et qui, laissant en contact le palladium et le potassium, moléculaire à moléculaire, leur permettrait de s'unir.

244. Platine et Plomb.

Ces deux métaux se combinent si facilement que lorsqu'on fait fondre du plomb dans un creuset de platine, on trouve

beaucoup de platine dans le plomb après le refroidissement. L'affinité entre ces deux métaux est donc très-grande, comme le remarque M. Tchéard; aussi leur combinaison a-t-elle lieu avec un grand dégagement de lumière, et observe-t-on qu'en coulant ensemble des feuilles de platine et de plomb et les faisant rougir, la masse s'échauffe si fortement qu'elle est lancée de tous côtés.

M. Berthier dit aussi qu'en faisant fondre ensemble ces deux métaux en proportions convenables, le mélange s'échauffe jusqu'au rouge-blanc complet. Les alliages de ces deux métaux sont cassants.

Le docteur Lewis fondit ensemble le platine brut et le plomb en diverses proportions; et comme une chaleur violente était nécessaire pour produire cette fusion, une partie du plomb était volatilisée. L'alliage était d'une texture fibreuse ou feuilletée, et prenait promptement une teinte pourpre à l'air. Il était très-dur et très-cassant lorsque les deux métaux y entraient à parties égales, et ces qualités diminuaient en raison de ce que la proportion du platine y devenait moindre.

Lorsque les alliages étaient fondus de nouveau, une partie du platine se séparait et se déposait.

Selon M. Berthier, l'alliage qui contient :

Platine. . . .	1215	4 gr.	0,635
Plomb. . . .	697	1 id.	0,587

se fond à 150° en un culot très-cassant, à cassure inégale, lamellaire et cristalline, d'un gris de platine et très-éclatant.

On a fait beaucoup d'expériences avec l'alliage de platine et du plomb, pour s'assurer s'il était possible de séparer le platine des autres métaux par coupellation, et le purifier par ce moyen, comme on y réussit à l'égard de l'argent et de l'or; mais ces tentatives n'ont pas été couronnées d'un succès complet. Il n'est point facile de produire la chaleur violente et continue qu'exige le platine pour être mis en fusion, et il a été reconnu d'ailleurs que les alliages dont il s'agit ne sont pas entièrement décomposés par la coupellation. C'est du moins l'opinion de MM. Dumas, Thomson et autres chimistes, contrairement à celle exprimée par M. Cadet.

Le contact de l'air altère et ternit très-facilement les alliages du platine avec le plomb.

245. *Platine et Potassium.*

Le platine a beaucoup d'affinité pour le potassium et se combine facilement avec lui à une haute température. Cette combinaison, suivant M. Darg, a lieu avec ignition. Mis en contact avec l'eau, cet alliage se décompose et il s'en détache des paillettes noires, qui, selon M. Berzelius, sont une combinaison de platine et d'hydrogène, ou anhydride de platine. Ces paillettes s'effluent à une chaleur bien inférieure au rouge. M. Thomson dit que l'alliage est aussi décomposé par l'action de l'air.

Selon M. Thénard, il est très-probable qu'en chauffant l'amalgame de platine avec le potassium, on parviendrait à obtenir un alliage de ces deux derniers métaux : il en résulterait d'abord un alliage triple qui bientôt serait décomposé par une chaleur suffisante, et qui, laissant en contact le potassium et le platine, molécule à molécule, leur permettrait de s'unir.

246. *Plomb et Potassium.*

Le plomb peut s'allier directement au potassium. M. Fouquetin a fait voir, le premier, que toutes les fois qu'on chauffe fortement de l'oxide de plomb avec un flux oxydant alcalin, le plomb qu'on obtient contient une petite quantité de potassium ou de sodium.

D'après M. Berzelius, le plomb fond avec un quart de son volume de potassium, donne une masse solide, cassante, dont la cassure est à grains fins et que l'air et l'eau décomposent facilement.

M. Thomson dit que ces deux métaux s'unissent lorsque la chaleur est suffisamment élevée pour fondre le plomb, et que l'alliage est très-fusible.

Le procédé le plus facile pour obtenir cet alliage, consiste, selon M. Berzelius, à mêler exactement de la crème de tartre avec du plomb réduit en particules très-déliées et à calciner fortement le mélange, pendant plusieurs heures, dans un creuset imparfaitement luté.

M. Berzelius, qui s'est aussi occupé de cet alliage, le prépare en porphyrisant ensemble 100 grammes de protoxide de plomb et 60 de crème de tartre charbonnée, on mêle encore ce chauffant très-fortement un amalgame de mercure avec du

terre. L'alliage est d'un blanc argentin et très-fragile. Il ne s'échauffe peu à l'air, mais il décompose l'eau lentement ; lorsqu'on le laisse en contact de l'air, sur du mercure, le potassium s'oxyde et le plomb se dissout. M. Sérullas a remarqué en outre qu'avec une addition de 5 à 6 grammes de noir de fumée, le mélange devient pyrophorique.

Suivant M. Dumas, on peut obtenir un alliage, très-pauvre, il est vrai, en potassium, en chauffant le plomb avec de la potasse et du charbon.

247. Plomb et Rhodium.

Le rhodium s'allie avec le plomb et lui donne de la dureté ; l'alliage est ductile quand le rhodium y entre en petite quantité.

Selon M. Barthier, 1 partie de rhodium et 3 parties de plomb se fondent très-bien ensemble.

L'alliage composé de 1 partie de rhodium et de 2 parties de plomb, est fusible, et sa densité est de 11,5, peu différente de celle du plomb.

Quoique par lui-même le rhodium ne soit point soluble dans l'eau régale, il y devient soluble lorsqu'il est allié avec le plomb.

M. Dupresta dit que si l'on évapore, après l'écouir filtré, la dissolution fournie par l'alliage de plomb, le chlorure de rhodium peut être obtenu sensiblement pur.

248. Palladium et Sélénium.

Le sélénium s'unit au palladium.

On peut obtenir cette combinaison, ou le pallsélénure de palladium, en unissant directement le sélénium au palladium, et ayant soin, à la fin de l'opération, de chasser l'excès de sélénium par le chaleur.

Mais le meilleur moyen de se procurer ce sélénure à proportions fixes, est, sans contredit, suivant M. Berzelius, de précipiter une dissolution de palladium par l'hydrogène sélénié.

Selon M. Zinken, le sélénure de palladium pur, préparé artificiellement, est très-fusible, d'un blanc d'argent, ségre et difficile à sauter avec la lime. La compaction ne lui fait pas perdre son ségreur.

349. *Platine et Sélénium.*

Le sélénium a une si grande tendance à s'unir au platine, que les creusets de ce métal sont attaqués par les sélénistes à la température rouge, et même par le séléniste d'ammoniaque qu'on y fait évaporer jusqu'à sécheresse.

Ainsi, pour obtenir du sélénure de platine, suffit-il de chauffer le sélénium avec du platine en poudre dans un tube de verre.

Cette combinaison est formée en proportion de 1 de platine et 2 de sélénium. C'est un bi-sélénure. Calciné avec le contact de l'air, il se décompose promptement; le sélénium s'oxyde et se volatilise, le métal reste libre.

350. *Platine et Silicium.*

Le platine est, d'après M. Berthiès, un des métaux qui se combinent évidemment avec le silicium; mais on peut sans inconvénient faire rougir du silicium dans un creuset de platine jusqu'au rouge le plus intense; tandis que si l'on se sert d'un volume de cette espèce pour réduire le silicium, le platine se combine avec celui-ci et s'en laisse pénétrer dans une grande partie de son épaisseur.

Cette différente manière d'agir provient de ce que le silicium ne se combine avec le platine ou tout autre métal qu'au moment où il est mis en liberté, c'est-à-dire à l'état naissant.

Le platine chauffé dans un creuset braqué, se combine avec le silicium de la braque et devient fusible.

L'affinité du silicium pour le platine concourt avec celle du charbon pour l'esigène, à la décomposition de la silice. M. Boussingault s'en est servi en 1821 des expériences qui constatent ce fait.

Selon ce chimiste, lorsqu'on chauffe fortement du platine avec du charbon qui contient de la silice, il se fond en se combinant avec une certaine quantité de silicium. Il est alors dur, cassant et grenu, et sa densité n'est que de 17, 7 à 18, 5. Quand on le traite par l'eau régale il se recouvre d'une galle siliceuse.

251. *Platine et Sodium.*

Le platine s'unit au sodium avec ignition, ainsi que M. Darcy s'en est assuré.

L'alliage se décompose à l'air ou dans l'eau.

252. *Plomb et Sélénium.*

Ces deux corps se combinent avec dégagement de calorique, mais sans aucun dégagement de lumière. On peut obtenir ce sélénure, directement, ou en précipitant une dissolution de plomb par l'hydrogène sélénié. Il est composé en proportions de une partie de chaque élément. C'est un proto-sélénure.

Ce sélénure est en masses poreuses, molles, grises, qui, par le frottement, se polissent et deviennent blanches comme de l'argent.

Ce sélénure ressemble à la galène, mais il a moins d'éclat. — Il est fusible au-dessus de la chaleur rouge, sans décomposition; chauffé plus fortement, il se volatilise. — Par le grillage il se décompose en sélénium qui se sublime en entraînant du sélénure et un sous-sulfate de plomb. — Il est beaucoup plus difficilement attaqué par l'acide nitrique que la galène; par l'action de cet acide il se transforme presque tout entier en sulfite sans qu'il se sépare de sélénium. — L'eau régale bouillante le transforme aussi en sulfite. — L'acide muriatique bouillant, même concentré, ne l'attaque pas sensiblement. — Il est réduit complètement par le fer, avec formation de sélénure de fer et séparation de plomb pur.

Lorsqu'on fond un atome de sélénure de plomb avec un atome de plomb métallique, il se produit un sous-sulfure demi-dactile et analogue au sous-sulfure; il n'est pas plus facilement attaqué par les acides que le sélénure.

Le sulfure de plomb se rencontre dans la nature à l'état isolé et combiné avec le sulfure de cobalt, le sulfure de cuivre et le sulfure de mercure.

Le sulfure pur ressemble tellement à la galène, qu'on a peine à l'en distinguer. — au chalumeau, dans le matras, il ne fond pas, et ne donne aucun sublimé. Dans le tube ouvert il se sublime une petite quantité de sulfure et il se forme de l'acide sulfureux; la matière s'entoure de plomb. Sur le charbon il fume et colore le flamme en bleu; le char-

bon se couvre d'un sublimé d'oxide de plomb; mais il ne se forme pas de plomb métallique si l'on n'ajoute pas de soude.

M. Henri Rose a analysé un alliage de plomb simple, découvert en Harz.

Voici la composition :

Plomb.	72,5
Sélénium.	27,5

On trouve aussi du alliage de plomb, mais en petite quantité, dans la galène cubique, coarschade, des mines de cuivre à Atwidaberg et à Fehus, en Suède.

253. Plomb et Sodium.

Le plomb peut s'allier directement au sodium.

M. Fauquelin a fait voir le premier que toutes les fois qu'on chauffe fortement de l'oxide de plomb avec un flux réductif alcalin, le plomb qu'on obtient contient une petite quantité de potassium ou de sodium.

D'après M. Berzelius, en faisant fondre le plomb avec un quart de son volume de sodium, ces deux métaux se combinent avec dégagement de lumière et donnent naissance à un globe métallique, bleuâtre et mallable, que l'eau et l'air décomposent avec lenteur.

Avec un tiers de son volume de sodium, le plomb forme une masse non mallable qui se décompose avec facilité en contact avec l'air ou avec l'eau.

Ces alliages peut aussi être produit par la fusion du plomb avec le tartre acide de soude; et, suivant M. Dumas, on obtient encore un semblable alliage, très-pauvre, si l'on fait, en sodium, en chauffant le plomb avec de la soude et du charbon.

254. Potassium et Sélénium.

Le sélénium s'unit directement au potassium.

Lorsqu'on fait fondre ensemble ces deux corps, ils se combinent avec dégagement de lumière, et une petite portion du composé se sublime.

D'après M. Berzelius, le sélénure de potassium forme un régule métallique d'un gris d'acier, qu'on détache facilement du verre, et qui présente une cassure cristalline qui

se dissout avec rapidité et sans effervescence dans l'eau, à laquelle il communique une couleur de la bière de Porter limpide, et un goût absolument semblable à celui du sulfure de potasse. Ce siliciure est formé en atomes en en proportions de un de chaque élément.

En mêlant du silicium avec un excès de potassium, la combinaison se fait avec explosion et la masse est projetée hors du vase par l'excès de potassium réduit à l'état de gaz. L'eau dissout la combinaison avec dégagement d'hydrogène, et la liqueur prend également une couleur rouge, mais tirant davantage sur celle du vin.

213. Potassium et Sodium.

Ces deux métaux s'unissent avec une grande facilité et en proportions variées.

Cet alliage, d'après M. Thénard, est toujours plus fusible que le sodium; il l'est tantôt plus et tantôt moins que le potassium. Le sodium est aussi plus volatil, quand il est combiné avec le potassium, que lorsqu'il se trouve seul. Un peu de potassium, $\frac{1}{100}$, suffit pour détruire la ductilité du sodium, pour le rendre très-cassant et cristallisable, et pour lui faire prendre la couleur de l'argent.

Trois parties de sodium et une de potassium forment un alliage liquide à 0° centigrade, et qui, refroidi par un mélange de glace et de sel marin, se solidifie, cristallise et devient cassant; en augmentant la quantité du sodium, il devient de moins en moins fusible; en augmentant celle de potassium, il devient au contraire de plus en plus fusible: ce n'est que lorsque la quantité de potassium est très-grande qu'il commence à perdre de sa fusibilité.

L'alliage qu'on forme avec 10 parties de potassium et une seule de sodium, est même encore liquide à zéro, et présente la propriété très-remarquable d'être plus léger que l'huile de naphte ou de pétrole rectifiés. Mais celui qu'on formerait avec 50 parties de potassium et une de sodium serait beaucoup moins fusible.

Ces alliages sont plus ou moins volatils, très-cassants, cassants, blancs comme l'argent; ils cristallisent facilement. Exposés à l'air à la température ordinaire, ils s'altèrent promptement, en absorbant peu à peu l'oxygène, l'eau et l'acide carbonique, et se transforment ainsi, au bout d'un certain

temps, en proto-carbonates. Plongés dans l'huile de naphte, ils s'altèrent même encore lorsque cette huile a le contact de l'air : le potassium s'oxide toujours et bien plus promptement que le sodium, de sorte que, quand le sodium est allié à un peu de potassium, on peut employer ce procédé pour le purifier; l'alliage étant cassant et le sodium ductile, il est facile de reconnaître l'époque à laquelle celui-ci est pur.

Les alliages de potassium et de sodium se préparent en chauffant ensemble ces métaux dans l'huile de naphte ; cette huile doit être contenue dans une petite capsule ou plutôt dans un tube de verre.

On peut encore faire ceux qui sont faciles à la température ordinaire sans les exposer à l'action du feu ; il ne faut pour cela qu'introduire dans un petit tube de verre des quantités convenables de potassium et de sodium et exercer sur eux une légère pression ; bientôt, en effet, on les voit s'effier et se liquéfier.

256. Platine et Tungstène.

Ces deux métaux paraissent être susceptibles de se combiner. M. Berzelius dit qu'en les faisant fondre ensemble, on obtient une masse métallique grise et cassante. En général, ces alliages sont gris-clair ou gris-noir, durs et cassants, à cassure grenue.

Cependant MM. d'Elkayert ayant chauffé dans un creuset un mélange de 100 parties de platine et de 50 parties d'oxide jaune de tungstène, avec une quantité convenable de charbon, n'ont pu réduire le tout en fusion complète : le même obtenu était de 145 parties.

257. Plomb et Tellure.

Le plomb s'unit aisément au tellure.

Le tellure de plomb se rencontre dans la nature. On le trouve :

1^o En Sibirie, dans les mines de Sawodlouski près du fleuve de Bucharma; ce tellure est à peu près pur. Il est d'un blanc d'étain très-éclatant.

2^o Dans les mines d'or de la Transylvanie; le tellure de plomb s'y trouve uni au telluride antique (composé de tellure et d'or).

3^e Enfin, le tellure de plomb a été reconnu récemment dans les mines d'argent, que l'on a trouvées dans l'Alti. Il est en masses compactes de couleur d'étain; il a l'éclat métallique et se pulvérisé facilement. Sa densité est de 8,189.

228. Plomb et Titane.

M. Farquelin et M. Hatch ont essayé, sans succès, d'allier ensemble ces deux métaux.

Nous ignorons si de nouvelles tentatives ont été faites depuis par d'autres chimistes et quel en a été le résultat.

229. Plomb et Tungstène.

Le tungstène s'allie au plomb.

Quatre parties de plomb et une partie de tungstène formant, d'après M. Berzelius, un alliage d'un brun sale et foncé, ayant peu d'éclat. Il est poreux et un peu malléable, mais il ne tarde point à se réduire en paillettes.

MM. d'Étampart ayant chauffé dans un creuset cent parties de plomb et cinquante parties d'oxide jaune de tungstène, avec une quantité convenable de charbon, ont obtenu un bouton d'un brun obscur, ayant très-peu d'éclat; il était spongieux, très-ductile et se fondait en feuillets sous le marteau. Il représentait cent vingt-sept parties du mélange primitif.

Selon M. Berthier, les alliages de plomb et de tungstène ont absolument les mêmes propriétés que les alliages de plomb et de molybdène. (Voir p. 253.)

230. Potassium et Tellure.

Le tellure s'anit au potassium, suivant M. Duvy, et le mélange s'échauffe jusqu'au rouge pendant la combinaison, de même que quand le potassium ou un métal quelconque se combine avec le soufre.

L'affinité du tellure pour le potassium est telle, que l'alliage se produit facilement en chauffant dans une cornue de verre un mélange intime de cent parties d'oxide de tellure, vingt parties de potasse et dix parties de charbon; il se forme à plus forte raison en chauffant ensemble les deux métaux; dans tous les cas, il y a dégagement de chaleur et de lumière. Le composé s'entre pas en fusion au-dessous de la chaleur rouge.

L'alliage, contenant une quantité suffisante de tellure, se dissout dans l'eau sans dégagement de gaz hydrogène. Exposé à l'air, la dissolution, qui est d'un rouge pourpre, devient promptement alcaline et se couvre d'une légère couche de tellure qui augmente continuellement, jusqu'à ce que la décomposition soit totale. Avec une moindre proportion de tellure, l'alliage est gris, et se dissout en dégageant un peu d'hydrogène.

261. Plomb et Urane.

On n'a pas encore eu directement l'urane en plomb ; mais en chauffant l'urate de plomb dans un tube à travers lequel passe un courant de gaz hydrogène, l'on obtient de l'eau et une matière poreuse qui, refroidie dans le gaz, a la propriété de prendre feu, comme un pyrophore, dès qu'elle a le contact de l'air. M. Thénard dit qu'il se produit alors un alliage d'urane et de plomb.

262. Potassium et Urane.

D'après M. Berzelius, le potassium réduit le protoxide d'urane et forme avec l'urane un alliage qui s'enflamme à l'air.

On peut également obtenir cet alliage en chauffant l'urate alcalin dans un tube à travers lequel passe un courant de gaz hydrogène.

263. Platine et Vanadium.

Il paraît que le vanadium s'allie facilement au platine.

M. Berzelius a observé qu'un creuset de platine dans lequel il avait souvent traité l'acide vanadique, à une température élevée, était allié, à sa surface, avec le vanadium, sans que pour cela la couleur et l'éclat du platine fussent altérés. Mais en faisant rougir le creuset à plusieurs reprises, et le traitant chaque fois par une dissolution alcaline, on finit par enlever le vanadium à l'état d'acide.

264. Palladium et Zinc.

Ces deux métaux peuvent s'allier.

M. Fischer a remarqué qu'il se produit une très-belle

phosphorescence au moment où le palladium se combine avec le zinc.

205. Platine et Zinc.

Le platine s'unit au zinc et forme avec ce métal un alliage gris-bleu, très-fusible, et si cassant qu'on peut aisément le réduire en poudre; il donne lieu à un grand dégagement de chaleur, au moment de sa formation. La température s'élève jusqu'au rouge blanc complet.

En l'exposant à une haute température, le zinc est brûlé et laisse du platine très-dense et rigide; cependant, M. Berthélin dit que par ce procédé la totalité du zinc ne peut être séparée du platine, parce que la masse moins riche en zinc, qui reste, est très-peu fusible.

M. le docteur Lewis trouva que le platine s'unit aux fleurs de zinc réduits de sa mine, et augmente d'environ un tiers de son poids. Les deux métaux se fondent très-promptement, dit-il, même lorsque la proportion de zinc n'excède pas le quart de celle du platine.

L'alliage est d'un blanc blanchâtre, beaucoup plus dur que le zinc, et très-cassant.

Il suffit, suivant M. le docteur Lewis, d'un vingtième de platine pour détruire la malléabilité du zinc, et du quart de zinc même (ou d'un cinquième, selon M. Berthélin) pour rendre le platine cassant.

206. Plomb et Zinc.

Ces deux métaux s'allient ensemble avec une grande facilité et en toutes proportions. Le zinc augmente la dureté du plomb et le rend plus apte à recevoir le poli; l'alliage de ces deux métaux est malléable, même quand la quantité de zinc est double de celle du plomb.

MM. Wallerius, Gellert et Macchimbrough ont examiné cet alliage, et disent qu'il est plus dur que le plomb, plus blanc, plus tenace, sensiblement malléable et d'une pesanteur spécifique plus grande que la moyenne des deux métaux. M. Goussier réussit aussi à former cet alliage par fusion. Il ajouta un peu de sel au mélange, et recouvrit le creuset pour prévenir l'évaporation du zinc.

Lorsque le zinc était en grand excès relativement au plomb, l'alliage était malléable et plus dur que le plomb.

Un mélange de 3 parties de zinc et de 1 partie de plomb formait un alliage plus ductile et plus dur que le plomb.

Un mélange de parties égales des deux métaux produisait un alliage différent un peu du plomb en ductilité et en couleur; mais il était plus dur, plus susceptible de poli, et beaucoup plus sonore.

Lorsque le zinc était en plus petite proportion dans le mélange, l'alliage se rapprochait encore davantage de la ductilité et de la couleur du plomb; mais il continuait d'être plus dur, plus sonore et susceptible de poli, jusqu'à ce que la proportion des deux métaux dans le mélange approchât de 1 de zinc et 16 de plomb; alors l'alliage ne différait de ce dernier métal qu'en ce qu'il était un peu plus dur.

On doit aussi à M. Berthier d'importantes recherches sur cet alliage. Quoique ces métaux s'allient avec une grande facilité, ils ont cependant peu d'affinité l'un pour l'autre, car à la chaleur blanche ils se séparent complètement: le plomb ne retient pas de zinc; mais, dans l'acte de cette séparation, le zinc entraîne une quantité considérable de plomb en vapeur. Ce fait avait déjà été mentionné par MM. Macquer et Leonsard.

La litharge, qui contient environ 0,32 de plomb, s'en donne, suivant M. Berthier, que 0,84 tout au plus, lorsqu'on la réduit par le flux noir après l'avoir mélangée avec son poids de pompholix, et le résidu est du plomb pur. Quand on chauffe du plomb à la chaleur de 150° pyrométriques avec son poids de zinc, il s'en volatilise 0,11; quand on double la proportion de zinc, la volatilisation de plomb est de 0,1-85.

Pour préparer ces alliages de plomb et de zinc, il faut, selon M. Berthier, chauffer un mélange des deux métaux, sous une couche de flux noir, à une température suffisante seulement pour les fondre. Un alliage obtenu de cette manière, et contenant environ

- 0,45 de plomb
et 0,55 de zinc,

a été trouvé, par M. Berthier, à peu près semblable au zinc pur par l'aspect: coulé en lingot, il était cassant, à cassure cristalline; on pouvait le réduire en feuilles minces ou laminé, mais ces feuilles étaient ridées et se brisaient après deux ou trois plis.

M. Cadet rapporte que plusieurs artistes assurent que les balles de fusil faites avec un mélange de zinc et de plomb ne s'écartent jamais de la direction qui leur est donnée, et frappent plus directement le but vers lequel on tire.

Il résulte d'expériences faites par M. Pournet, qu'à la chaleur de 300 pyrométriques, en une heure, le plomb pur perd 0,04 de son poids; et que le zinc ne favorise que faiblement cette vaporisation et ne s'empare tout entier de l'alliage.

267. Potassium et Zinc.

Le zinc s'allie aisément, par la fusion, au potassium, et acquiert par là de la dureté et de la fragilité, du moins quand on le fond avec un dixième de potassium.

D'après M. Berzelius, cette combinaison ressemble, quant à l'aspect et aux propriétés chimiques, à l'alliage du potassium avec l'étain et avec le bismuth.

M. Thomas dit que le contenu de cet alliage est celle du zinc pulvérisé; qu'il se détruit par degrés à l'air; qu'il fait effervescence avec l'eau et beaucoup plus vivement avec les acides.

Selon M. Strutt, l'alliage qu'il a tenté de faire avec ces deux métaux, n'a point réussi, sans doute à cause de la volatilité du zinc.

268. Silicium et Tellure.

On obtient directement une combinaison de ces deux corps en la siliciure de tellure, en les faisant fondre ensemble. La combinaison s'opère sans dégagement de lumière.

Le composé qui en résulte jouit de l'éclat métallique, est très-fusible et se volatilise aisément sans s'altérer; on peut le distiller. Chauffé à l'air, il s'oxide, et forme de petits globules liquides, clairs et transparents, qui paraissent être du silicite de tellure.

269. Silicium et Yttrium.

On obtient, d'après M. Berzelius, une combinaison de ces deux corps, ou le siliciure d'yttrium, en mettant l'yttrium en contact avec le silicium fondant. Ce siliciure se forme avec un faible dégagement de lumière, aussitôt que le silicium est fondu.

Il est noir, ne se décompose par l'eau et ne s'y dissout point. Lorsqu'on le traite par des acides étendus, il dégage du gaz silicohydrique et donne un sel d'yttria.

270. *Sélium et Zinc.*

Ces deux corps peuvent s'unir ensemble, mais il est très-difficile d'opérer leur combinaison.

D'après MM. Berzélius et Thénard, lorsqu'on chauffe ensemble, dans un tube de verre, du zinc et du sélium, celui-ci se liquéfie, s'étend sur la surface du zinc, et bientôt se volatilise. Mais si l'on fait l'expérience de manière à mettre en contact la vapeur de sélium avec le zinc chauffé au rouge, la masse prend feu, fait explosion, et les vases se tapissent intérieurement d'une couche de substance pulvérisable, dont la couleur est jaune-citron. Cette poudre, qui reste jaune en se refroidissant, est un véritable alliage de zinc congelé, en atome ou en proportions, un de chaque élément.

Lorsqu'on traite à froid du sélium de zinc pulvérisé par de l'acide nitrique étendu, le zinc se dissout, et le sélium reste sous forme de poudre rouge, qui se dissout également quand on chauffe l'acide.

271. *Sodium et Zinc.*

Le zinc s'unit aisément, par la fusion, au sodium. Cet alliage se forme à la température rouge-crisse; il est d'un gris bleuâtre, cassant, et d'une texture lamellaire. Il se décompose à l'air, et fait effervescence avec l'eau et les acides.

M. Berzélius trouve qu'il ressemble, quant à l'aspect et aux propriétés chimiques, à l'alliage du sodium avec l'antimoine et avec le bismuth.

272. *Tantale et Titane.*

Il paraît que ces deux métaux sont susceptibles de s'allier; car M. le professeur Brandebild de Grœnoble dit les avoir rencontrés dans une scorie de fer de Rensgubitta, dans il a fait l'analyse.

273. *Tantale et Tungstène.*

Il paraît, d'après M. Thomson, que ces deux métaux sont susceptibles de s'unir par la fusion; que cet alliage ressemble au tantale pur, mais qu'il est beaucoup plus ferme, plus dur et prend aisément le poli.

274. Titane et Zinc.

M. Henri Rose n'a point réussi à allier directement ces deux métaux; mais ayant mêlé l'acide titanique avec une grande quantité de zinc distillé réduit en poudre, il a rougi au feu le mélange jusqu'à ce que le zinc commençât à se sublimer. Le tout fut alors traité par l'acide hydrochlorique, qui fit dissoudre le zinc, en laissant une poudre noire non métallique, qui résista même à l'action de l'eau régale bouillante. Elle était, lorsqu'elle fut entièrement séchée, d'un poids égal à celui de l'acide titanique employé; et rougie au feu, au contact de l'air, elle prit une couleur blanche sans rien perdre de son poids.

ALLIAGES TERNAIRES.

1. Argent — Arsenic — Bismuth.

Le bismuth natif contient presque toujours, selon M. Berthier, un peu d'argent et un peu d'arsenic. — On le trouve en divers lieux de la Saxe, de la Bohême, de la Carinthie, de la Suède et de la Norvège : il y en a aussi dans les mines de Rodrash et de Carrak en Angleterre.

C'est presque toujours à l'état natif qu'on rencontre le bismuth dans la nature. Il est en masses lamellaires ou cristallisé en petites lames ovées ou en petits cubes. Il est gris-blanc rougeâtre, éclatant à l'intérieur, mais terne à la surface, fragile, tendre et se laissant couper au couteau. — Sa pesanteur spécifique est de 9,022 à 9,757.

2. Argent — Arsenic — Cuivre.

Parties égales de cuivre et d'argent forment un alliage jaune, semblable au laiton, qui prend, par l'addition de 2 p. 100 d'arsenic, une couleur blanche et argentine, sans perdre sa ductilité. Mais, selon M. Berthier, 5 p. 9/10 d'arsenic rendent cet alliage cassant.

3. Acier — Arsenic — Etain.

Selon M. Bismann, en faisant fondre ensemble, avec une quantité convenable de poussière de charbon, 2 parties d'acier en poudre fine, 1 1/4 d'arsenic, 2 1/2 d'oxide d'arsenic et 10 d'étain, on obtient une composition métallique d'un beau blanc, ductile, se laissant bien jeter en moule, et propre à la fabrication de divers ustensiles de ménage, mais non à celle de vases culinaires.

4. *Acier — Arsenic — Fer.*

M. Korotou a fait fondre 95 parties d'acier de cimentation avec 5 parties d'un alliage d'arsenic et de fer contenant 32 parties du premier métal et 68 du second.

La présence de l'arsenic accélère la fusion de l'acier. Le régule obtenu se composait justement de 100 parties. Il est possible qu'une très-petite quantité de carbone absorbée ait compensé la dose d'arsenic qui s'est volatilisée; cependant on peut admettre que l'alliage contenait encore 1,5 p. $\%$ d'arsenic.

Cet alliage était parfaitement homogène, très-mou, peu sensible à la trépan, semblable au fer mal affiné, d'une couleur gris plombée, et presque entièrement dépourvu de tétracile.

75 parties de fer forgé et 25 parties du même alliage d'arsenic ont été fondues très-rapidement dans un creuset de graphite, et donnaient un alliage mou, fusible, gris foncé, ne possédant plus de malléabilité, et contenant 8 p. $\%$ d'arsenic. Il n'est donc pas invraisemblable que l'arsenic, même en petite quantité, agisse d'une manière très-défavorable sur la qualité du fer.

5. *Antimoine — Arsenic — Nickel.*

Ces trois métaux se rencontrent dans l'antimonio-sulfure de nickel, de Treosbourg, dans le comté Saïn. Ce minéral, d'après l'analyse de M. Klaproth, est composé de :

Nickel.	0,363
Arsenic.	0,417
Antimoine.	0,477
Soufre.	0,155
	1,000

Sa pesanteur spécifique est de 6,58. Il est accompagné de fer spécifique. La proportion relative de l'arsenic et de l'antimoine n'a été déterminée qu'approximativement; c'est, selon M. Berthier, un mélange d'antimoniure et d'arsénio-sulfure.

6. *Argent — Arsenic — Or.*

Selon M. Frenzel, ces trois métaux peuvent s'allier, et l'or contenant de l'argent devient beaucoup plus aigre par la combinaison avec l'arsenic, que l'or fin.

7. *Antimoine — Argent — Potassium.*

Cet alliage s'obtient, selon M. Stroules, en faisant fondre parties égales de crème de tartre charbonnée; d'antimoine et d'argent en limaille. Pour réunir, on porphyrise ensemble la crème de tartre et l'antimoine. Ce mélange étant introduit dans le creuset, on met par-dessus le limaille d'argent mêlée elle-même avec un sixième de son poids d'antimoine, afin de faciliter sa fusion. Le creuset couvert et bûlé, on chauffe fortement pendant 2 heures dans un fourneau tirant bien.

Cet alliage est très-ductile, plus que celui d'antimoine de cuivre et de potassium. Sa couleur est d'un gris d'acier, et son éclat très-vif. Il se brise facilement; il contient beaucoup de potassium.

Des fragments de cet alliage jetés sur un bain de mercure recouvert d'une petite couche d'eau, y tournoient vivement.

8. *Antimoine — Arsenic — Plomb.*

Outre le plomb marchand (celui qui provient de la revivification de la litharge, et qu'on livre au commerce), on obtient, dans la plupart des usines, une certaine quantité de plombs de qualité médiocre ou tout-à-fait mauvais, parce qu'ils sont alliés de divers métaux étrangers, comme, par exemple, de l'antimoine et de l'arsenic; on les emploie pour faire du plomb de chasse, ou bien on les purifie pour des opérations particulières : lorsqu'ils renferment beaucoup d'antimoine, on peut s'en servir avec avantage pour préparer l'alliage des caractères d'imprimerie.

Ainsi, selon M. Berthier,

Le plomb aigre de *Kautschhof*, provenant de la réduction des charbons au fourneau à manche, est composé de :

Plomb.	9,914
Antimoine.	0,082
Arsenic.	0,004

Ce plomb se laisse assez bien laminer, mais il se brise quand on le plie; sa cassure est grasse, noire et mate.

Le plomb d'œuvre (immédiatement extrait du minerai) de Pontgibaud contient :

Plomb.	0,989
Antimoine.	0,001
Arsenic.	0,010
Soufre.	une trace.

Son grain est noir et mal.

Le plomb très-pur de Pontgibaud (provenant de la réduction des schistes en fourneaux bouillants) a pour composition :

Plomb.	0,914
Antimoine.	0,082
Arsenic.	0,004

9. Antimoine — Arsenic — Potassium.

On prépare cet alliage en chauffant ensemble de la cendre de tartre, de l'antimoine et de l'acide arsénieux.

M. Séverin a proposé l'emploi de cet alliage pour obtenir, par sa décomposition par l'eau, du gaz hydrogène arséniqué. Ce procédé donne effectivement du gaz plus pur que tout les autres; cependant, M. Soudeyran l'a trouvé encore mêlé de l'hydrogène non combiné.

10. Arsenic — Bismuth — Cuivre.

On donne de la ductilité à l'arsénure de cuivre (voyez dans les alliages bismutés : Arsenic et cuivre, p. 30) par l'addition d'une certaine quantité de bismuth.

Cet alliage ternaire est employé pour la fabrication des boureaux.

11. Antimoine — Bismuth — Etain.

Selon MM. Moquer et Leonhardt, le bismuth se combine avec l'étain et l'antimoine, et forme, avec ces deux métaux, une composition dont on peut faire des cœurs.

12. Antimoine — Bismuth — Plomb.

Selon M. Mackenzie, en fondant ensemble :

4 $\frac{1}{2}$ parties de plomb,
1 partie d'antimoine,
et 1 partie de bismuth;

on obtient un alliage qui a la propriété de prendre de l'expansion.

sien en se refroidissant, circonstance avantageuse dans la formation des petits caractères d'imprimerie, et particulièrement dans la fonte des planches stéréotypes, parce que cet alliage remplit exactement les moules, ce qui n'aurait pas lieu si l'on se servait d'un alliage qui se contracterait en se refroidissant.

MM. Berzélius, Berthier et d'autres chimistes disent aussi qu'on ajoute quelquefois un peu de bismuth à l'alliage ordinaire de plomb dont on se sert pour couler les caractères typographiques.

15. Argent — Bismuth — Tellure.

Ces trois métaux, plus du soufre, composent le tellure d'argent, minéral extrêmement rare quoiqu'on le rencontre en plusieurs lieux. Le plus souvent il est accompagné de minéral d'or. On le trouve à Schenkkan, près de Schemnitz en Hongrie, dans un granit; à Borsany (Deutsch-Pilsen), dans la mine de Hasiace en Transylvanie; à Tellmarcken en Norwège; et à Bastanas dans le Westmanland. — Il se présente en lames hexagonales ou en lames irrégulières, et quelquefois en petits cristaux qui sont une combinaison de deux rhomboïdes aigus, présentant un clivage parallèlement aux bords. Sa cassure est striée. Il est d'un gris de plomb passant au blanc d'étain, et tirant souvent au gris de fer. Sa pesanteur spécifique est de 7,50. — Au chalumeau, dans le tube fermé, il dégage un peu de tellure; sur le charbon, il fond aisément en répandant une odeur sensible de soufre et de sélénium, et en même temps il se développe des vapeurs blanches qui se déposent en poudre jaune; la flamme se colore en bleu, et il reste un bouton métallique cassant, blanc d'argent, qui se recouvre d'une pellicule rougeâtre. Un échantillon analysé par M. Fabrie lui a donné :

	Borsany.
Bismuth.	0,6115
Argent.	0,0207
Tellure.	0,2374
Soufre.	0,6233

0,8529

Les variétés qui viennent de la Norwège renferment sou-

Jeune une quantité très-notable de sélénium, reconnaissable en chalcures.

14. Antimoine — Cuivre — Étain.

En fondant ensemble :

Régule d'antimoine.	2 livres	(0kilog. 9790)
Bronze.	8 onces	(0 — 2447)
Étain.	16 onces	(0 — 4695)

on obtient un alliage d'un métal blanc.

D'après une analyse du métal d'Alger, faite par M. Foss, cette composition métallique contiendrait 0,95 d'étain, 0,05 de cuivre et une petite quantité d'antimoine qui ne s'élève pas à plus de $\frac{1}{10}$.

15. Argent — Cuivre — Étain.

On emploie en Angleterre une soudure d'argent pour le plaqué, composée de :

Bronze.	10 penny weights	(15 gram. 55)
Argent fin	1 once	(31 gram. 09)

16. Arsenic — Cuivre — Étain.

Ces trois métaux sont susceptibles de s'allier, et leur combinaison sert à divers usages, principalement pour la fabrication des boutons et des miroirs de télescopes.

Selon M. Deupréz, on obtient une bonne composition pour boutons, en ajoutant un peu d'étain à l'arsénic de cuivre formé en chauffant 1 partie d'arsenic et 5 parties de cuivre dans un creuset couvert.

Selon M. Cadet, 5 parties d'étain et 4 parties de cuivre fondues avec un peu d'oxide noir d'arsenic, donnent un alliage cassant, très-dur, qui prend le plus beau poli, et qu'on emploie à faire des miroirs de télescopes et d'autres instruments d'optique.

MM. Berthéle et Thénard indiquent, pour le même usage, l'alliage binaire composé d'environ 1 d'étain et 2 à 3 de cuivre, auquel on ajoute un seizième d'arsenic, qui l'améliore.

Selon M. Edwards, le meilleur alliage pour les miroirs de télescopes serait formé de :

52 onces (Okl. 895) de cuivre, 45 ou 50 onces (Okl. 446 ou (Okl. 497) d'étain en grain, d'après la pureté du cuivre, avec l'addition d'un peu de brou et d'arsenic, par exemple une once de chacun.

La proportion d'étain se détermine par tâtonnement, et l'on reconnaît que le cuivre est parfaitement saturé quand l'alliage a une cassure brillante comme du mercure pur.

L'arsenic doit être ajouté à la seconde fonte, mais cela en ne valant pas une grande partie.

Le meilleur procédé pour préparer cet alliage consiste à fondre le cuivre avec du flux noir, à y verser l'étain fondu à part et à jeter l'alliage dans l'eau pour le diviser. En le fondant de nouveau et y ajoutant l'arsenic, il devient plus compact, et par conséquent plus pesant.

Les monnaies romano-égyptiennes, dont plusieurs furent frappées à Alexandrie, sont formées principalement, selon M. J. W. Draper, de métal spéculaire, qui est un composé de cuivre, d'étain et d'arsenic, analogue au *tan-tan* des Chinois dont on fait les timbales. Or, le travail de ces médailles, qui ont été frappées au marteau, révèle la connaissance d'un fait, sans doute anciennement connu à la Chine, mais très-récemment découvert en Europe : chaque soit que l'acier chauffé au rouge et refroidi lentement est malléable, mais que, s'il est subitement refroidi, il devient dur et cassant. Le contraire exactement a lieu pour cet alliage ; le *tan-tan* refroidi lentement se brise comme du verre ; tropôt, il est ductile comme l'argent. Dans son premier état, il serait impossible de le forger au marteau. La méthode de le réduire en monnaie, était de le couler en masses sphéroïdales, qu'on trempait, qu'on plaçait dans le moule et qu'on frappait par le choc du marteau.

17. Antimoine — Cuivre — Fer forgé.

Selon M. Achard, l'antimoine est un moyen intermédiaire pour opérer la combinaison du cuivre avec le fer ; parties égales d'antimoine et de fer et quatre fois autant de cuivre forment une composition métallique, uniforme, très-dense, noire, blanche, inaltérable à l'air et ayant une cassure analogue à celle de l'acier ; se laissant d'ailleurs bien limer et couler.

L'alliage de ces trois métaux se rencontre dans le cuivre

ruelle de Magrie. Il est composé, selon M. Berthier, de :

Cuivre.	0,992
Antimoine.	0,007
Fer.	0,001
	1,000

Nous avons essayé de combiner ces trois métaux, dans les proportions suivantes :

Fer forgé en morceaux	100
Cuivre	38,7
Antimoine	10

C'était principalement dans le but de reconnaître si l'antimoine est un bon intermédiaire pour opérer l'alliage du cuivre avec le fer; le résultat n'a pas été favorable à cette supposition. Il se combine un peu d'antimoine avec le fer et surtout avec le cuivre; mais on ne parvint point à liquéfier les morceaux de fer forgé et on les retira du creuset enveloppés d'une croûte d'alliage du cuivre avec l'antimoine, contenant peut-être aussi une légère proportion de fer. Voici d'ailleurs les observations que nous avons pu faire sur cet alliage :

Cassure raboteuse, grenue, poreuse, blanc-grisâtre, assez éclatante.

Couleur sous le lime : — blanc-grisâtre, éclatante.

Couleur sous le marteau : — gris d'acier, éclatante.

18. Antimoine — Cuivre — Fer cru.

L'antimoine est, selon M. Achard, un moyen intermédiaire d'obtenir l'alliage du cuivre avec le fer, dans la plus forte proportion.

Nous avons fait cinq essais d'alliage avec ces trois métaux qui nous ont paru susceptibles de se combiner.

Ces essais ont eu lieu dans les proportions suivantes :

	Antimoine.	Cuivre.	Fer cru.
1 ^{er} essai.	0,65.	1,35.	0,68
2 ^e essai.	1,00.	2,00.	1,00
3 ^e essai.	1,35.	2,65.	1,35
4 ^e essai.	1,68.	3,32.	1,68
5 ^e essai.	3,00.	5,00.	3,00

Les lingots coulés avec ces alliages ont présenté les caractères suivants :

1^{er} essai. Cassure raboteuse, grosse, à grains fins, noyâtes, mate.

Couleur sous la lime : — gris d'acier foncé, éclatante.

Couleur sous la meule : — blanc grisâtre, tirant légèrement sur le jaunâtre; éclatante.

Ce lingot n'offrait aucune trace cuivreuse.

2^e essai. Cassure raboteuse, stricte, lamellaire; blanc-gris-blanchâtre; peu éclatante.

Couleur sous la lime : — gris d'acier clair; éclatante.

Couleur sous la meule : — idem. idem.

Ce lingot n'offrait aucune trace cuivreuse.

3^e essai. Cassure raboteuse, stricte, radiale; blanc-gris-blanchâtre, peu éclatante.

Couleur sous la lime : — blanc-grisâtre, éclatante.

Couleur sous la meule : — blanc-grisâtre, tirant légèrement sur le jaunâtre; éclatante.

Point de traces cuivreuses sur le lingot qui d'ailleurs m'a paru dur, raide et cassant.

4^e essai. Cassure raboteuse, grosse, peu serrée; gris-noirâtre, terne.

Couleur sous la lime : — gris d'acier, éclatante.

Couleur sous la meule : — gris d'acier foncé, éclatante.

Point de traces cuivreuses sur le lingot.

5^e essai. Cassure raboteuse, grosse, lamellaire; blanc-gris-blanchâtre, peu éclatante.

Couleur sous la lime : — gris de fer, assez éclatante.

Couleur sous la meule : — gris d'acier, éclatante.

La cassure de ce lingot présentait en outre un petit noyau concheloïde, mamelonné, allongé, d'un blanc-roséâtre; ce noyau paraissait contenir plus de cuivre que les autres parties du lingot, à cela près de quelques traces plus cuivreuses que le noyau, et dont la principale y abondait.

Nous croyons pouvoir conclure de ces essais que l'antimoine est un très-bon intermédiaire, plus efficace encore que l'étain et le zinc, pour allier le cuivre au fer cru. On voit en effet, par l'essai n^o 4, que 1,42 d'antimoine ont suffi pour opérer la combinaison de 8,57 de cuivre avec 100 de fonte de fer. Les résultats de l'opération n^o 5 sont plus concluants encore, car malgré le noyau et les traces cu-

trouvées que la capture du ligat a mis à découvert, il paraît que la majeure partie des 35 p. $\frac{2}{10}$ de cobalt s'était combinée avec la masse de fer.

Tous ces lingots étaient d'ailleurs durs et assez cassants, mais celui du 4^e essai l'était moins que les autres.

19. Arsenic — Cobalt — Fer.

La nature nous offre une combinaison de ces trois métaux dans le cobalt arsenical (appelé cobalt).

Le cobalt arsenical de M. Stuber, près de Hanau, en est une variété dite *grosser speiss cobalt*; d'un gris noirâtre.

D'après l'analyse qu'en a faite M. Langier, elle est telle :

Cobalt.	0,127
Fer.	0,135
Arsenic.	0,500
Gangue.	0,230
	1,002

ou moins de 2 atomes et plus de 4 atomes d'arsenic pour 1 atome de cobalt et de fer.

Une autre variété, dite *Feiner speiss cobalt*, est composée de :

Cobalt.	0,036	1,000	Cette variété est d'un blanc d'étain tournant au rougeâtre, devenant à l'air humide, cristallise en globes ou en dodécédres, durs, noirs, à cassure luisante et grasse. Sa pesanteur spécifique est de 7,575.
Fer.	0,097		
Arsenic.	0,635		
Soufre.	0,070		
Gangue.	0,052		

Un minerai de cobalt arsenical, d'une localité inconnue, a été trouvé composé, selon M. John, de :

Cobalt.	0,380
Fer.	0,045
Arsenic.	0,637
	1,062

Ce minerai contient donc moins de 2 atomes et plus de 1 atome d'arsenic pour 1 atome de fer, ainsi que le précédent. La formule $\text{Fe A}^2 + 2 \text{Co A}^2 + 3 \text{Co A}$ représente sa composition, selon M. Berthier; et il s'ensuivrait que l'on

pourrait supposer qu'il renferme l'arséniate de cobalt Co^2As^3 .

Les trois métaux dont il s'agit se rencontrent aussi dans le cobalt arsenié de *Rieselfeld* en Hesse.

Il est cristallin en octaèdre régulier, et contient un peu plus d'arsenic qu'il n'en faudrait pour que le cobalt et le fer y fussent à l'état de bisulfure.

Se composition est, d'après M. Strengier :

Cobalt.	0,205
Fer.	0,034
Arsenic.	0,342
Soufre.	0,009
Gangue.	0,002
	0,590

Enfin, plusieurs variétés de cobalt gris présentent également, comme le font voir les analyses suivantes, des mélanges de ces trois métaux.

	Tunaberg.		Schistcrud.	Cornouailles.
	(1)	(2)	(3)	(4)
Cobalt. .	0,380	0,526	0,334	0,213
Fer. . .	0,000	0,002	0,052	0,132
Arsenic. .	0,547	0,409	0,454	0,433
Soufre. .	0,317	0,198	0,201	0,197
	0,574	0,964	0,998	1,000

(1) Cobalt gris de *Tunaberg* en Suède; en cristaux cubo-octaèdres choisis.

(2) *Ibid.* : d'un cristallin un peu jaunâtre; ils doivent cette couleur à des lamelles de pyrites de fer qui s'y trouvent interposées.

(3) Cobalt gris de *Schistcrud* en Suède, analysé par M. Strengier.

(4) Cobalt gris de *Cornouailles*. Il est disséminé en petites masses grises dans du quartz; il se trouve dans les mines de cuivre. Il se compose à peu près, selon M. Barthier, de 3 atomes de cobalt gris et 2 atomes de mispickel.

Enfin, ces trois métaux se rencontrent aussi dans le *do-nuite*, minerai minéral de fer et de cobalt découvert depuis

pas d'années en France; il offre la forme du cobalt arsenical; mais une analyse récente a appris qu'il devait être considéré comme une espèce nouvelle.

Le minerai est d'un gris métallique très-brillant, à cassure unie; sa densité est 6,314; il donne une odeur arsenicale, même par le choc du briquet.

Sa composition est, selon M. *Meyer* :

Soufre.	0,1784
Arsenic.	0,4144
Fer.	0,3294
Cobalt.	0,0845
Partie venant du mortier. . . .	0,0101
Perte.	0,0038

1,0000

20. Arsenic — Cuivre — Fer.

L'arsenic est, selon M. *Schard*, ainsi que l'antimoine, un moyen intermédiaire à employer pour obtenir l'alliage du cuivre avec le fer, dans la plus forte proportion. L'arsenic rend d'ailleurs cet alliage moins cassant, et est, sous ce rapport, préférable à l'antimoine.

On a rencontré, il y a peu d'années, dans une nouvelle galerie ouverte sur les mines de Ste.-Agathe, dans le Carmenthaïen, un minéral qui, d'après l'analyse qu'en a faite M. *Remsing*, se compose de :

Cuivre.	0,484	} 1,000
Fer.	0,142	
Arsenic.	0,115	
Soufre.	0,218	
Quartz.	0,050	

21. Argent — Cuivre — Or.

Ces trois métaux peuvent se combiner, on l'on donne aux alliages qui en résultent, le nom de *doré*.

Un alliage triple de ce genre se rencontre quelquefois dans la nature. M. *Thomson* a trouvé dans une variété d'or natif dont la pesanteur spécifique était de 14,457 :

Or.	0,7800	} 0,9928
Cuivre.	0,1180	
Argent.	0,0918	

Selon le même auteur, la monnaie d'or sterling, ou or au titre, consiste, en Angleterre, en or pur allié avec $\frac{1}{10}$ de quelque autre métal. Le métal employé est toujours, soit le cuivre, soit l'argent, ou un mélange de ces deux métaux, comme cela a le plus ordinairement lieu pour la monnaie anglaise.

Or, il paraît que lorsque l'or est mis au titre par un mélange à poids égaux de cuivre et d'argent, l'expansion est plus grande que si le cuivre entreit seul dans l'alliage, quoique la pesanteur spécifique de l'or allié avec l'argent ne diffère que de très-peu de la pesanteur spécifique moyenne des deux métaux.

La pesanteur spécifique d'un alliage d'or avec $\frac{1}{10}$ d'argent et $\frac{1}{10}$ de cuivre, étoit de 17,344.

Le volume des deux métaux, avant la combinaison, étoit 2700, et après, 2767.

Les expériences de M. Hatchett font voir que la ténacité de l'or anglais au titre est moindre que celui de l'or pur, ou de l'or mis au titre par tout autre métal que l'argent et le cuivre; et que les empreintes sur cet or au titre se conservent mieux que sur l'or pur. Cet or au titre est donc, selon M. Thomson, celui qui convient le mieux pour le monnayage.

Le taux de la pesanteur spécifique de la monnaie d'or anglaise peut être actuellement estimé à 17,724.

Il est d'ailleurs à remarquer que comme l'or naturel contient toujours une petite quantité d'argent qu'on ne pourrait pas en séparer avec avantage, il s'ensuit que cet argent fait nécessairement partie des monnaies, ainsi que de tous les ouvrages en or; au sorte que, rigoureusement parlant, ces monnaies et ouvrages sont des alliages triples, mais qui contiennent toujours la quantité d'or économe dans la titre. Mais la présence de cette petite quantité d'argent rend la détermination du titre d'une pièce d'or plus difficile que celle d'une pièce d'argent.

Les alliages d'or et de cuivre du commerce contiennent donc ordinairement une petite quantité d'argent.

Voici, d'après M. Berthier, des détails sur leur titre ou alliage.

L'analyse de ces alliages est divisée en deux parties. La première a pour but la séparation du cuivre; la seconde, la séparation de l'argent. La première se fait par la coagulation,

mais on aime toujours préférablement l'alliage à contenir à très-peu près 3 parties d'argent sur une partie d'or; proportion qu'une longue expérience a démontrée être la meilleure. Cette opération prend alors le nom de *quartation* ou d'*inquartation*. Elle consiste à fondre cet alliage dans une coupelle avec 3 parties de plomb et avec la quantité d'argent fin ou d'or fin nécessaire pour lui donner la composition voulue. On évale cette quantité d'après la détermination approximative du titre de l'alliage, qu'on doit commencer par faire soit à l'aide d'un essai analytique, soit au moyen de la pierre de touche. Pour faire les épreuves à la pierre de touche, on a des toucheaux à différents titres bien déterminés; et lorsqu'on a un alliage à essayer, on le frotte sur la pierre de touche et l'on cherche quel est le toucheau qui laisse une trace de la même couleur. Si l'on n'employoit pas l'alliage en totalité, l'essai ne seroit pas exact, parce que l'or et l'argent ne s'y trouvent presque jamais répartis d'une manière uniforme, à moins toutefois qu'on ne le coule dans une lingotière froide.

La seconde opération est connue sous le nom de *départ*. On aplâti sur l'enclume le bouton inquarté et coupé; on le fait rouir au rouge pour l'adoucir, on le lamine de manière à lui donner une certaine épaisseur, on le recuit de nouveau et on le roule en cornet ou en spirale autour d'un tayan de plume. Il est nécessaire que l'alliage soit amené à une épaisseur convenable, d'une part, pour que tout l'argent puisse se dissoudre complètement, et, d'un autre côté, pour que la lame d'or fin reste entière après l'action de l'acide. Voici ce que l'expérience a appris à cet égard. La quantité de matière sur laquelle on opère, ou la prise d'essai, étoit autrefois de 12 grains, et l'on réduisoit l'alliage résultant de ces 12 grains et de l'argent d'inquartation, en une lame de 18 à 20 lignes de longueur sur 4 à 5 lignes de largeur. Actuellement la prise d'essai est de 5 décigrammes, et l'on donne à la feuille inquartée 8 centimètres de longueur; ces feuilles ne doivent pas avoir plus d'un tiers de millimètre d'épaisseur.

On met le cornet d'essai dans un matras de verre de la contenance d'environ 3 onces d'eau, on verse dessus de l'acide nitrique pur, à différentes reprises; on fait chauffer; et lorsque tout l'argent est dissous, on lave avec de l'eau par décantation, puis on renverse le matras dans un petit creuset pour y faire tomber le cornet, et l'on en fait sortir l'eau. Dans cet

que le cornet est très-fragile et d'un rouge de protoxide rouge on le fait rougir sous une cloche en le chauffant graduellement sans le fondre : il prend par là beaucoup de poids, il acquiert l'éclat métallique et sans de solidité pour qu'on puisse le peser sans craindre de le briser. On apprécie son poids à la balance d'essai, à un demi-milligramme près.

Quant à la manière d'employer l'acide nitrique, M. Foucault prescrit, dans son *Manuel de l'Essayer*, (selon partie de l'*Encyclopédie-Arrest* et c'est la méthode légale), de verser sur le cornet in quarté (la prise d'essai étant de 0 g . 5) 36 à 50 g. d'acide nitrique à 22° (ce qui doit remplir le matras à moitié ou aux deux tiers), de faire bouillir doucement pendant 20 ou 22 minutes ou plus , de décantcr , de remplacer le liqneur par 30 ou 50 g. d'acide à 32°, et de faire bouillir pendant 8 à 10 minutes. On opère toujours le départ en deux fois, parce que si l'on employoit de suite de l'acide très-fort, l'action seroit trop vive, le cornet pourroit être brisé ou entraîné hors du matras , et que, d'un autre côté, l'acide à 22° ne peut pas dissoudre les dernières parties d'argent, qui sont très-difficiles à séparer de l'or. Le second traitement par l'acide nitrique se renoue la reprise, et l'on appelle cornet de retour l'or purifié et recuit.

On remarque qu'en suivant cette méthode, le cornet de retour retient toujours une petite quantité d'argent; on sorte que l'or fin qu'en soumet à l'inquartation et au départ plus toujours plus qu'avant l'opération.

On appelle surcharge, l'augmentation de poids qu'il éprouve; cette surcharge est ordinairement de 0,001 à 0,002. M. Chaudet a trouvé moyen de l'éviter. Pour cela il verse sur le cornet in quarté de l'acide nitrique à 22° qu'il fait chauffer pendant 3 à 4 minutes seulement ; il remplace cet acide par de l'acide à 32° qu'il fait bouillir pendant 10 minutes; il décante et il fait une seconde reprise avec de l'acide à 32° qu'il tient en ébullition pendant 8 à 10 minutes. L'essai n'exige ainsi que 20 à 23°, et, selon M. Chaudet, il donne de l'or absolument pur.

On fait aussi le départ par l'acide nitrique en grand : mais alors on introduit dans l'alliage 4 parties d'argent au lieu de 3 parties pour une partie d'or. Il parait, d'après M. Chaudet, qu'en procédant comme il le prescrit, on pourroit extraire tout l'argent au moyen d'une seule reprise, par

l'acide à 32°; mais quand l'alliage est à un haut titre, deux reprises sont nécessaires.

L'or purifié par le départ devrait être toujours à 1000 millièmes; mais la plupart des lingots du commerce, affînés ainsi, sont à 328 ou 329, bien peu à 1000.

On peut, selon M. Gay-Lussac, faire l'essai des alliages d'or, d'argent et de cuivre, avec une grande exactitude, au moyen de la dissolution tirée de sel marin. Quand l'alliage contient au moins 3 à 6 fois plus d'argent et de cuivre que d'or, on prend un poids connu d'alliage contenant approximativement 1 g. d'argent, on le fait dissoudre dans un matras de la contenance d'environ 200 g. d'eau avec 30 g. d'acide nitrique à 32°, et l'on fait bouillir pendant dix minutes. On termine l'essai comme d'ordinaire; mais pour avoir l'or et le séparer du chlorure d'argent, on surcharge la dissolution d'ammoniaque qui dissout le chlorure; on lave le résidu avec de l'eau ammoniacale deux fois de suite, puis on le fait passer dans un creuset pour le recuire. Si l'or était allié à l'argent et au cuivre dans un plus grand rapport que celui de 3 à 6, on ajouterait une quantité connue d'argent fin qu'on retrancherait après l'essai.

Pour éviter toute perte, on tapise le fond d'un creuset avec du papier, on met l'alliage par-dessus, et l'on recouvre ce dernier de beaux fonds.

Lorsque l'or domine dans cet alliage et qu'on a des raisons pour ne pas y ajouter de l'argent, on peut faire le départ par l'eau régale; dans ce cas, tout l'or se dissout, et tout l'argent est transformé en chlorure; on lave ce chlorure, on le dessèche fortement et on le pèse. Quant à l'or, on le précipite par le protochlorure de fer, on le lave avec un peu d'acide muriatique pur, on le recuit fortement avant de le peser, on même on le recuit en bouton en le passant à la coupelle avec un peu de plomb. Si l'on traitait par ce procédé un alliage qui contient beaucoup d'argent, il pourrait arriver que l'abondance du chlorure d'argent empêchât la dissolution complète de l'or; dans ce cas, il faudrait avoir l'attention de réduire l'alliage en lame excessivement mince; dissoudre le chlorure d'argent dans l'ammoniaque, et traiter de nouveau le résidu par l'eau régale. On suit rarement ce procédé en grand, parce que la précipitation de l'or par le sulfate de fer est longue et embarrassante.

Le départ par l'acide sulfurique concentré était déjà peu-

tiqué par quelques essayeurs, du temps de Scheele. Il a l'avantage de donner l'or par une surcharge, mais il est difficile à exécuter et il exige de grandes précautions à cause de la haute température qui est nécessaire pour mettre l'acide sulfurique concentré en ébullition, et à cause des souffreuxs qui en résultent. Il est d'ailleurs nécessaire d'employer un assez grand excès d'acide pour tenir en dissolution le sulfate d'argent qui se forme, et qui, comme on sait, est très-peu soluble dans l'eau. L'alliage doit d'ailleurs être le quarté comme pour le traitement par l'acide nitrique. On se sert rarement de ce procédé comme moyen d'essai; mais, au contraire, on l'emploie presque exclusivement en grand pour extraire l'or de l'argent, surtout en France, où l'acide sulfurique est à bas prix, tandis que l'acide nitrique est fort cher.

Une longue pratique a fait connaître que l'alliage le plus avantageux à traiter en grand est celui qui contient :

Argent.	0,725
Or.	0,200
Cuivre.	0,075

On peut extraire, par le procédé dont il s'agit, un millième d'or de l'argent et même un peu moins. Quand l'alliage contient un millième, les affineurs ont le cuivre et l'or et rendent l'argent fin. Au-dessus de ce titre, les affineurs rendent aux négociants l'or et l'argent séparés, et prennent pour frais de départ 4 fr. 50 à 5 fr. par kilogramme.

Les orfèvres se servent quelquefois d'un alliage d'or, d'argent et de cuivre comme soudure ferme pour l'or.

M. Lecoq a trouvé la treuve plus avantageuse que celle composée seulement de cuivre et d'or, et il indique les proportions suivantes comme étant les plus utiles :

Cuivre.	10 parties.
Argent.	10 id. .
Or.	18 id.

M. Thomson a trouvé dans une variété d'or natif, dont la pesanteur spécifique était de 14,457 :

Or.	0,7800	} 0,5918
Cuivre.	0,4180	
Argent.	0,0948	

22. Arsenic — Cuivre — Or.

Selon M. Wrenzel, l'or contenant du cuivre s'allie à l'arsenic et devient alors infiniment plus aigre que l'alliage de l'or fin avec l'arsenic.

23. Antimoine — Cuivre — Plomb.

Ces métaux peuvent s'allier.

On ajoute quelquefois quelques centièmes de cuivre à l'alliage binaire antimoine et plomb, dont on fait les caractères d'imprimerie (voir p. 75).

M. Berthier a fait l'analyse des scories provenant de diverses usines où l'on raffine le cuivre, et il a rencontré l'alliage de ces trois métaux dans les suivantes :

1^{re} Usine de Liège dans laquelle on raffine le cuivre de Norwège et de Russie. Il se forme, en fondant le cuivre dans un four à réverbère, des scories cuivreuses, qui étant fondues avec 3 parties de flux noir donnent 0,26 d'un alliage composé de :

Cuivre.	0,44	} 0,56
Plomb.	0,07	
Antimoine.	0,68	

2^e Usine d'Imphy. Les scories que produit le cuivre de Russie, que l'on raffine aussi dans cette usine, sont rougeâtres et peu magnétiques. En les fondant avec 3 parties de flux noir, elles donnent 0,35 à 0,40 d'un alliage métallique, composé de :

Cuivre.	0,342	} 0,380
Plomb.	0,012	
Antimoine.	0,066	

M. Berthier a aussi trouvé des traces de cuivre dans les produits cuivreux de diverses usines à plomb, savoir :

Plomb aigre de Villafort, composé de :

* Plomb.	0,958
Antimoine.	0,024
Cuivre.	Trace.

Plombs aigres de Pusey, provenant de la réduction des schists, composés de :

Plomb.	8,940	0,850
Antimoine.	0,010	0,030
Cuivre.	Trace	Trace.

24. Antimoine — Cuivre — Potassium.

On obtient, selon M. Sérullas, un alliage de ces trois métaux, en faisant fondre parties égales de crème de tartre charbonnée, d'antimoine et de cuivre en limaille.

Pour réussir, on porphyrise ensemble la crème de tartre et l'antimoine. Ce mélange étant introduit dans le creuset, on met par-dessus la limaille de cuivre, mêlée elle-même avec un sixième de son poids d'antimoine, afin de faciliter sa fusion. Le creuset couvert et bûé, on chauffe fortement pendant deux heures, dans un fourneau tirant bien.

L'alliage est caractérisé comme celui d'antimoine et de cuivre, par une teinte violette. Il se divise par lames très-minces, très-brillantes, qui s'aplatissent d'abord sous le choc et se brisent ensuite. Il est volatil. Des fragments de cet alliage, jetés sur un bain de mercure recouvert d'une petite couche d'eau, y tournoient vivement.

25. Argent — Cuivre — Platine.

Ces trois métaux peuvent s'allier en diverses proportions.

Un alliage de ce genre a été employé récemment dans l'horlogerie, à titre de perfectionnement, en remplacement des rubis dont on fait usage pour les montres.

On sait que l'huile employée pour faciliter les mouvements des montres, s'épaissit et se rancit, que l'oxide de cuivre agit comme corps étranger, qu'il use les parties frottantes et qu'il ne tarde pas même à mettre les machines hors de service.

On a combattu jusqu'à présent ces causes de destruction par l'insertion des rubis perçés. Ce moyen ne laisserait en effet presque rien à désirer s'il était plus économique, car un bouton de rubis qui coûte naguères 10 à 12 fr., coûte encore 5 fr., sans compter que les rubis qu'on fabrique à Genève et en Suisse sont, dit-on, presque tous défectueux.

On a imaginé, à différentes époques, divers allages, soit pour la construction de la montre entière, soit pour les trous des pivots seulement; mais on a toujours laissé à désirer tant sous le rapport des prix que sous celui de la composition.

M. Wagner et Menclon ont découvert un alliage de platine d'argent et de cuivre qui jouit de plusieurs propriétés re-

marquables et qui paraît remplir parfaitement l'objet dont il s'agit.

Ce composé métallique est légèrement jaunâtre, susceptible du plus parfait poli, et d'un grain extrêmement serré et homogène. Il n'est altéré par l'air sec ou humide à aucune température. Il prend par l'écrasement autant de ductilité et d'élasticité que le laiton, et ne perd pas entièrement ces propriétés par le recuit; il est très-ductile et est plus tenace que le laiton; il n'exerce aucune action sur les huiles végétales ou animales quelconques; il ne griffe pas sur l'acier par son frottement avec ce métal, propriété fort remarquable.

En se fabriquant avec cet alliage que les pièces strictement nécessaires, qui sont au nombre de huit, et peüent coûterent deux grès, on a seulement 4 à 5 fr. à ajouter au prix d'une montre ordinaire, ce qui coûterait le simple durure de ces mêmes pièces, laquelle n'est pas sans inconvénient.

M. Brocot, directeur d'une école d'horlogerie à Versailles, a introduit l'usage de ce composé métallique dans cet établissement, et dit en avoir obtenu de bons effets.

26. Argent — Cuivre — Plomb.

Ces trois métaux peuvent se combiner dans toutes les proportions.

On retrouve ces trois métaux dans quelques médailles et monnaies antiques. Ainsi, par exemple, une monnaie d'Adrien, pesant 40 grains, contenait quatre grains de cuivre et $\frac{1}{4}$ de grain de plomb; l'argent formait le reste.

Une médaille d'Adrien, pesant 45 grains, contenait 40 g., 25 d'argent, 6 g. de cuivre et 1 g., 4 de plomb.

Un alliage triple de ce genre se forme d'abord, toutes les fois qu'on soumet à la coupellation un alliage d'argent et de cuivre; mais bientôt le plomb et le cuivre s'oxydent, se volatilisent, s'infiltrent à travers les pores de la coupelle et laissent l'argent pur dans cette coupelle sous forme d'un petit bouton.

La coupellation des alliages de cuivre et d'argent est la plus importante de toutes et celle qui se pratique le plus souvent. C'est aussi celle qui a été le plus étudiée, parce que les résultats sont de la plus grande importance pour le commerce des métaux précieux. Elle s'effectue sans difficulté, parce que l'oxide de cuivre ne se forme jamais avec rapidité—

ment pour que le litharge qui se produit en même temps ne puisse l'entraîner avec elle dans la matière de la coupelle.

Voici, d'après M. Berthier, comment on procède à cette opération :

Après qu'on a fait fondre le plomb, et quand il s'est décoloré, on l'introduit dans le bain, avec précaution, la prise d'essai dans du papier Joseph ou dans une feuille de plomb très-mince. Ce qu'il y a d'essentiel dans ces sortes d'essais, c'est d'employer une proportion suffisante de plomb pour entraîner tout le cuivre. On serait toujours assuré de réussir si, quel que fût l'alliage, on employait la proportion maximum de plomb, c'est-à-dire celle qui est nécessaire pour coupler le cuivre rouge tout pur; mais comme la perte qu'on éprouve sur l'argent croît avec la durée de l'opération et avec la masse des matières oxidées, il est indispensable, pour atténuer cette perte autant que possible, de réduire la proportion du plomb à celle qui est strictement nécessaire : une longue pratique a appris que l'argent s'oppose par son affinité à l'oxidation du cuivre, et que, relativement à ce dernier métal, il faut d'autant plus de plomb que l'alliage renferme plus d'argent. Cette proportion varie aussi selon la température. M. Darcey l'a déterminée, par des expériences précises, pour le cas où l'on se sert d'un fourneau qui donne 80° p. sur le devant de la moufle, 12° au milieu et 21° au fond, et en plaçant les coupelles au milieu. Ces résultats se trouvent mentionnés à l'article Argent et Cuivre, p. 25.

Voici encore, d'après M. Berthier, des indications analogues :

1 partie de cuivre avec 30 parties d'argent se coulent 138 de plomb.

—	15	—	98
—	7	—	64
—	4	—	56
—	3	—	40
—	1	—	30
—	$\frac{1}{2}$	—	20
—	$\frac{1}{10}$	—	17

On conclut que le plomb dont on se sert pour cette opération doit être entièrement exempt d'argent (*Plomb pur*). S'il en contient, il faut en déterminer la proportion avec beaucoup de soin, afin de pouvoir la déduire.

Les proportions du plomb relativement à celles de l'argent doivent, au reste, varier avec la température, ainsi que nous l'avons déjà fait observer. M. Chaudet a trouvé que pour coupler un alliage contenant 0,900 d'argent, s'il faut cinq parties de plomb au milieu d'une moufle, il en faut dix parties sur le devant, et seulement trois au fond.

La proportion de cuivre, introduite par la liège, varie non-seulement avec la température, mais encore pour une même température, avec la proportion relative de cuivre et de plomb contenue dans l'alliage.

En couplant cent parties de cuivre rouge avec des proportions diverses de plomb, dans un même fourneau, M. Karsten a obtenu les résultats suivants :

Plomb ajouté.		Cuivre restant après la coupellation.		Quantité de plomb consommée pour entraîner 1 de cuivre.
100	—	78,75	—	5
200	—	70,12	—	7,4
300	—	60,12	—	7,7
400	—	49,40	—	7,9
500	—	38,75	—	8,4
600	—	29,25	—	8,45
700	—	19,75	—	8,00
800	—	8,75	—	8,70
900	—	5,62	—	9,50
1000	—	1,25	—	10,10
1050	—	0,00	—	10,50

D'où l'on voit que le plomb a entraîné de un cinquième à un dixième de son poids de cuivre. On peut, selon M. Berthier, consommer encore beaucoup moins de plomb dans une coupellation, en faisant en sorte que l'alliage se maintienne riche en cuivre pendant toute la durée de l'opération. On y parvient en introduisant du plomb dans le coupelle, à petites doses, et au fur et à mesure qu'il disparaît par l'oxidation. Si, par exemple, au fond un alliage composé de quatre parties de cuivre et une partie d'argent, avec dix parties de plomb, et qu'on ajoute successivement de petites doses de celui-ci, ainsi que nous venons de l'indiquer, on n'en consomme au total que sept parties, tandis qu'on procédait comme on le fait ordinairement, il en faudrait selon 5 dix-sept.

La proportion d'oxide de cuivre contenue dans la liège doit varier à chaque instant et aller sans cesse en croissant,

lorsqu'on compella un alliage de cuivre et de plomb qui renferme un excès de cuivre; selon M. Korten, cette proportion est alors d'environ 0,15 au commencement de l'opération, et de 0,56, au plus d'un tiers à la fin.

Dans l'essai des allages de cuivre et d'argent monnayés, on admet que la perte de l'argent peut s'élever jusqu'à 0,003; mais cette perte varie, et est proportionnellement d'autant plus grande que le titre de l'alliage est plus bas. La commission des monnaies l'a évaluée, par expériences, aux nombres contenus dans le tableau suivant :

TABLE DE COMPARAISON pour l'essai des matières d'argent, adoptée au Laboratoire des essais de la Monnaie.

titres exacts.	titres trouvés par la compellition.	Pertes en quantité de la 4 ^e éprouve sur titres correspondants obtenus par la compellition.	titres exacts.	titres trouvés par la compellition.	Pertes en quantité de la 4 ^e éprouve sur titres correspondants obtenus par la compellition.
1000	998,97	1,03	500	498,38	1,62
975	973,94	1,06	475	470,50	4,50
950	947,50	2,50	450	440,60	4,40
925	921,75	3,25	425	420,87	4,13
900	896,60	4,00	400	396,05	3,95
875	870,95	4,05	375	371,59	3,41
850	845,88	4,12	350	346,75	3,25
825	820,78	4,22	325	322,06	2,94
800	795,70	4,30	300	297,40	2,60
775	770,59	4,41	275	272,42	2,58
750	745,48	4,52	250	247,44	2,56
725	720,36	4,64	225	222,45	2,55
700	695,25	4,75	200	197,47	2,53
675	670,27	4,73	175	172,88	2,12
650	645,29	4,71	150	148,30	1,70
625	620,30	4,70	125	123,71	1,29
600	595,32	4,68	100	99,12	0,88
575	570,33	4,67	75	74,34	0,66
550	545,35	4,65	50	49,56	0,44
525	520,36	4,64	25	24,78	0,22

Ces nombres, au reste, ne sont pas constants et varient selon les circonstances dans lesquelles on opère : deux essais d'un même lingot, faits par le même essayeur, peuvent même différer de quatre à cinq millièmes. M. Fillet a remarqué que les coupelles contenant le double de l'argent qui manque dans un essai, se qui prouve que le bouillon de retour n'est jamais parfaitement fin.

Les produits des usines à lixiviation de Granzthal présentent divers exemples d'alliages ternaires argent — cuivre et plomb.

1^o De petits morceaux détachés d'un certain nombre de pains de cuivre noir préparés pour la lixiviation, ont été fondus ensemble par M. A. Lampadius, puis soumis à l'analyse; il y a trouvé :

Plomb.	70,81
Cuivre.	15,06
Argent.	6,17
Substances accessoires.	5,92
	100,00

Deux livres (0 kilog. 9796) du même produit ont été fondus, puis coulés dans un cylindre en fer chauffé, et refroidies à un refroidissement lent. Le cylindre métallique a été coupé en deux parties égales, et chaque partie, soumise à l'analyse, a donné :

Partie supérieure. {	Plomb. . . .	17,100
	Cuivre. . . .	75,041
	Argent. . . .	6,045
Partie moyenne. {	Plomb. . . .	66,061
	Cuivre. . . .	30,110
	Argent. . . .	6,144
Partie inférieure. {	Plomb. . . .	92,121
	Cuivre. . . .	5,010
	Argent. . . .	6,204

Cette expérience fait voir clairement, selon M. Lampadius, que l'alliage de plomb argentifère est peu intime, et que les métaux qu'il contient tendent à se séparer, suivant l'ordre de leurs pesanteurs spécifiques.

2^o Un plomb d'œuvre, ne peu dur, ayant une densité

de 11,251, provenant de la lixiviation des pains de cuivre noir, a été trouvé composé de :

Plomb.	94,83
Cuivre.	3,26
Argent.	0,13

Traces d'antimoine, de bismuth, d'arsenic et de zinc.

Les produits nécessaires de cette lixiviation, formant une espèce de matière poreuse noire, sont nommés *Saiger-dornar* et renferment :

Plomb.	80
Cuivre.	10,2
Argent.	0,13

3^e Un autre produit nommé *dornaratuck* a une densité de 80,821, et renferme :

Plomb.	80,87
Cuivre.	15,50
Argent.	10,06

4^e Dans le traitement des pains lixiviés dans un four particulier nommé *darraffen*, il reste sur la sole un métal d'une couleur cuivreuse, d'une densité de 7,581, et renfermant :

Cuivre.	82,33
Plomb.	14,18
Argent.	0,038

27. Arsenic — Cuivre — Platine.

Selon MM. Cadot, Rochon et Corrocher, on fait les plus beaux miroirs de télescopes connus jusqu'alors, en ajoutant de l'arsenic à un alliage composé de 4 parties de cuivre et 1 partie de platine, pour le rendre plus fusible.

28. Argent — Cuivre — Sélénium.

La nature nous offre une combinaison de ces trois métaux, ou un alliage d'argent cuivreux, désigné aussi sous le dénomination d'*calchirite*. M. Berzelius l'a trouvé dans une collection de minéraux provenant de la mine de Skrichérum au Saldé; et l'analyse qu'il en a faite lui a donné :

Argent	0,3343	} 1,0000
Cuivre	0,3806	
Sélénium	0,2640	
Gangue	0,1208	

Cette combinaison est d'un gris de plomb assez tendre pour qu'on puisse la esoper au couteau, éclatante et blanche d'argent dans les coupures. Sa texture est grasse et cristalline. — Au chalumeau, se sublimera fond, répand une assez forte odeur de radis, et laisse un petit bouton gris non ductile; avec le plomb il donne un bouton d'argent; avec le borex il donne un verre vert et un bouton de silicature d'argent — Il est soluble dans l'acide nitrique bouillant. — Il est très-rare.

Sa formule est $\text{Ag Se} + \text{Cu Se}$.

29. Acier — Cuivre — Zinc.

Selon M. Berzélius, en ajoutant un peu d'acier fondu à l'alliage nommé *stibitor*, lequel est composé de parties égales de cuivre et de zinc, ou de 4 parties de cuivre et 1 partie de zinc, on obtient un alliage triple qui est encore plus malléable que cet alliage double.

30. Argent — Cuivre — Zinc.

Selon M. Ore, la soudure ferme pour l'argent se fait avec parties égales d'argent et de laiton; et on le rend d'une fusion plus facile en y mêlant un seizième de zinc.

31. Arsenic — Cuivre — Zinc.

Ces trois métaux paraissent susceptibles de se combiner, car les monnaies frappées à Alexandrie, du temps des Romains, se composaient d'un alliage de cuivre, de zinc et d'arsenic, dont j'ignore les proportions.

32. Antimoine — Étain — Fer.

L'antimoine, selon M. Cadet, facilite l'alliage du fer avec l'étain.

Nous avons fait un essai d'alliage avec ces trois métaux, dans les proportions suivantes :

Fer forgé.		100
Étain.		40
Antimoine.		5,33

On a d'abord fait rougir le fer dans un creuset; puis on y a ajouté l'étain qui provoque bientôt la fusion du fer, et c'est alors seulement qu'on ajoute l'antimoine.

Le caoutchouc du Sagoi, coulé avec cet alliage triple, présente les caractères suivants :

Boursouflée, ballonnée, fortement graine; blanc-grisâtre, mate.

Couleur sous la lime : — blanc-grisâtre, éclatante.

Couleur sous la meule : — gris-d'acier foncé; éclatante.

Selon M. Sagoi, le fer-blanc préparé avec un alliage d'étain et d'antimoine, dans des proportions graduées, au lieu de sa servie d'étain pur, est préférable au fer-blanc ordinaire pour la production du moiré métallique. Deux plusieurs manufactures en emploient cet alliage, et l'en obtient de bons résultats.

33. Antimoine — Etain — Plomb.

L'addition d'un peu de plomb augmente beaucoup la fragilité des alliages d'étain et d'antimoine.

Quelques fondeurs de caractères d'imprimerie adoptent, selon M. Macquerie, pour leurs planches stéréotypes, la composition suivante :

Plomb.	8 parties.
Antimoine.	2
Etain.	1 $\frac{1}{2}$

On emploie aussi un alliage de ces trois métaux pour la gravure de la musique. Il est en feuilles de 2 à 3 millimètres d'épaisseur, d'un beau poli, et d'une couleur intermédiaire entre le blanc d'étain et le gris de plomb. Par le frottement, il exhale l'odeur de l'étain, mais beaucoup moins fortement que l'étain pur. On peut le plier deux ou trois fois sur lui-même, mais il se déchire assez aisément, et il se creuse peu; sa cassure est comme fibreuse. Il se laisse réduire en feuilles extrêmement minces au laminoir.

L'analyse de cet alliage, faite par M. Berthier, a donné :

Étain.	0,600
Plomb.	0,546
Antimoine.	0,034
Cuivre.	Trace.

1,000

Ce qui revient à peu près à 1 atome de plomb pour 5 atomes d'étain et d'antimoine.

Alliages Métalliques.

Voici le moyen indiqué par M. Berthier pour faire cette analyse.

Traité par l'acide muriatique, concentré et bouillant, cet alliage est à peu près complètement attaqué, et il se fait un dépôt cristallin de chlorure de plomb; mais quand on emploie le même acide à froid, et qu'on arrête l'opération avant que le métal soit complètement attaqué, il reste un dépôt noir-grisâtre resté, et l'on n'aperçoit pas de chlorure de plomb. Cependant, en filtrant et lavant, l'eau entraîne pendant long-temps en dissolution une assez grande quantité de ce chlorure, dont la formation paraît due en contact simultané de l'air et de l'acide muriatique. L'antimoine qui renferme l'alliage reste à peu près en totalité avec le plomb non attaqué.

Pour doser le plomb, on dissout une certaine quantité de cet alliage dans l'acide nitrique, employé sans excès, et on ajoute de l'acide sulfurique à la liqueur filtrée.

Pour doser l'antimoine, on dissout une autre portion de l'alliage dans de l'acide muriatique, que l'on sépare de temps en temps avec un peu d'acide nitrique; on rapproche, pour séparer le chlorure de plomb, qu'on lave avec de l'acide faible, puis on précipite l'antimoine au moyen d'une lame d'étain. On redissout ensuite dans l'eau régale, et au moyen de l'hydrosulfate d'ammoniaque employé en excès, on reconnaît qu'il ne contient qu'une très-petite quantité de plomb, qu'on dose.

34. Antimoine — Étain — Zinc.

Ces trois métaux paraissent pouvoir s'allier en un grand nombre de proportions.

L'industriel recommande l'emploi de l'alliage composé de :

Antimoine.	0,12	} 1,000
Étain.	0,44	
Zinc.	0,44	

pour la confection des corps de pompes.

35. Aranda — Fer — Nickel.

La nature nous offre une combinaison de ces trois métaux

dans le minéral de nickel nommé *kupfernickel*, qui est composé, selon M. Stromeyer, de :

Nickel.	0,442
Fer.	0,006
Arsenic.	0,548
Soufre.	0,004

1,000

L'épée pure contiendrait 0,5533 d'arsenic.

Selon M. Berthier, en chauffant à 1500 p. avec du fer en toutes proportions, l'arséniate de nickel obtenu par la réduction de l'arséniate au creuset brasqué, il se produit des arseniates doubles, homogènes, très-durs, cassants, et d'un gris-blanc comme la fonte.

M. Berthier fait, au sujet de cet alliage triple, les remarques suivantes :

On avait annoncé, il y a quelques années, la découverte de deux métaux nouveaux, tirés des mines de nickel, et auxquels on avait donné les noms de *Wentium* et *Foderium*; mais il a été reconnu ensuite par M. Stromeyer, que ces métaux n'étaient que des alliages de nickel, de fer et d'arsenic. Le célèbre Richter fut même trompé également, à une époque antérieure, par un tel alliage, qu'il prit pour un nouveau métal et qu'il nomma *Nickolum*.

La cause de toutes ces méprises doit être cherchée, selon M. Berthier, dans l'imperfection des méthodes analytiques dont on s'est servi pour séparer le nickel des autres substances, surtout de l'arsenic et du fer dont il est accompagné. Plusieurs arseniates métalliques, principalement celui de fer, ont la propriété de se dissoudre dans les acides, comme s'ils étaient des bases salifiables faibles; les alcalis les précipitent souvent sans altérer leur composition, et lorsqu'on réduit ces oxides au moyen du charbon, on obtient des arseniures qui, comparés avec des métaux purs, paraissent être des substances métalliques particulières. Les chimistes qui se sont accoutumés à examiner tout par le chalumeau, ne pourront cependant point s'y tromper, parce que même la plus petite trace d'arsenic se manifeste à l'odorat, lorsqu'on chauffe ces substances avec de la soude sur un rapport de charbon.

56. *Argent — Fer — Or.*

M. Lampadius a analysé un or natif qui lui a donné :

Or.	0,986	} 0,997
Argent.	0,020	
Fer.	0,011	

57. *Antimoine — Fer — Potassium.*

Les expériences de M. Struflar ont appris qu'en ajoutant aux mélanges propres à donner de l'antimoniate de potassium, une proportion convenable de divers métaux ou de leurs oxides, on obtient des antimonures doubles.

Ainsi, en plaçant au fond d'un creuset 100 parties de limaille ou tourure de fer, et mettant par-dessus un mélange de 100 parties de crème de tartre charbonnée et de 100 parties d'antimoine, on obtient, la fusion étant opérée au moyen d'une forte chaleur, un alliage triple contenant beaucoup de potassium. Il est très-fragile.

58. — *Argent — Fer — Silicium.*

Selon M. Berthier, la proto-silicure d'argent (T. p. 83) est susceptible de se combiner avec le fer, et alors il donne de l'argent pur avec le borax.

59. *Argent — Fer — Tellure.*

On a trouvé dans la mine de Sewodinski, située à 40 verst de la riche mine de Stranowski, près du fleuve de Bachtcharia en Sibirie, du tellure d'argent, disséminé en nids dans un schiste talqueux verdâtre; il est accompagné d'une petite quantité de pyrites cubiques, de blende noire, de calvra pyriteux et de tellure de plomb.

La découverte de ce minéral est un des résultats du voyage de M. de Humboldt en Sibirie. On en a trouvé deux masses de volume d'un pied cube environ dans la mine précitée.

Ce minéral n'est pas cristallisé, mais en masse à gros grains privés de tout alliage. Sa couleur est intermédiaire entre le gris du plomb et celui de l'acier. Il a beaucoup d'éclat métallique; il est plus dur que l'acier. Sa densité est égale à 8,4 ou 8,5.

Au chalumeau, il fond en un globe noir, auquel s'échappent une foule de dentrites d'argent au moment où il se

Egg. Fondra avec du carbonate de soude, il laisse de l'argent pur.

M. G. Rose, qui a examiné ce tellure, l'a trouvé composé de :

D'après une première analyse,	{	Argent. 62,42	Et d'après une seconde analyse,	{	Argent. . . . 62,50
		Tellure. 36,88			Tellure . . . 36,80
		Fer. . . . 0,74			Fer contenant un peu de cuivre. 0,50
		60,68			60,68

M. Rose ayant trouvé, par des essais préliminaires, que ce minéral ne contenait que de l'argent, du tellure et du fer, il a procédé à son analyse de la manière suivante :

Après avoir dissous l'alliage dans l'acide nitrique, il a précipité l'argent par l'acide hydrochlorique; la liqueur filtrée ayant été fortement concentrée au bain de sable, on la mêla avec de l'acide hydrochlorique, jusqu'à ce que l'acide nitrique fût entièrement dissout et qu'en n'aperçût plus d'odeur de chlore. Alors on l'étendit d'eau, on la chauffa et on y ajouta de l'acide hydrochlorique et du sulfate d'ammoniaque.

On obtint ainsi un précipité noir de tellure métallique qui fut jeté sur un filtre poré. Après avoir ajouté de nouvelles quantités d'acide hydrochlorique et de sulfate d'ammoniaque à la liqueur filtrée, on le fit bouillir pour voir s'il se formerait encore un précipité. Cette opération fut répétée jusqu'à ce qu'il ne se précipitât plus de tellure; le précipité fut porté chaque fois sur le même filtre. On fit passer un courant de chlore à travers la liqueur filtrée pour porter le fer au plus haut degré d'oxidation, après quoi on le précipita par l'ammoniaque ou par l'hydrosulfate d'ammoniaque.

40. Acier — Iridium — Osmium.

L'iridium et l'osmium s'allient à l'acier en toutes proportions. MM. Stodart et Faraday, auxquels on doit d'importantes recherches, ont reconnu que cet alliage possède de bonnes qualités, et qu'il est susceptible de prendre un beau damasé, mais que la rareté de l'iridium et de l'osmium empêchera sans doute de préparer cet alliage en grand. Cependant, on pourrait peut-être, disant-ils, se procurer des quantités suffisantes de ces deux métaux pour fabriquer des instruments délicats ou quelques objets de luxe.

Voici le procédé indiqué par MM. Stodart et Faraday pour faire l'analyse de l'acier d'iridium et d'antimoine. Quand on a traité cet alliage par l'acide sulfurique affaibli, et qu'on a fait bouillir le résidu dans le même acide, on le chauffe jusqu'au rouge avec de la soude dans un creuset d'argent; on délaie la masse dans l'eau, et après avoir ajouté de l'acide sulfurique en excès, on le distille; l'osmium passe dans le récipient, et on le reconnaît à son odeur et au précipité bleu qu'il donne avec la teinture de noix de galle.

Pour obtenir l'iridium, on traite par l'eau le résidu de la distillation; on en sépare le fer par l'acide hydrochlorique, et on dissout ensuite l'iridium par l'eau régale.

41. Antimoine — Mercure — Plomb.

Ces trois métaux peuvent se combiner en différentes proportions.

M. Witterstedt a préparé un alliage de ce genre, qu'il propose pour doubler les vaisseaux, et auquel il a donné le nom de *marine-métal*. Il a pris pour cela un brevet en Angleterre. Ce métal doit posséder cette double propriété d'être inoxidable et de ne pas se couvrir, dans les eaux de la mer, de ces incrustations qui détruisent si rapidement les doublages en cuivre.

M. J. Lud. Jordan de Clichy a analysé deux échantillons de cet alliage en plaques, de $\frac{2}{3}$ de ligne (0^m. 0013) d'épaisseur. Il est plus dur et plus ferme que le plomb ordinaire, et sa ductilité est presque aussi grande.

Le premier échantillon a présenté une densité de 11,304.

Le second, de 11,053.

L'analyse a donné pour le premier échantillon :

Plomb.	0,944
Antimoine.	0,045
Mercury.	0,013
	1,000

Le second échantillon a présenté à peu près la même composition, quoique avec un peu plus d'antimoine et 0,0078 seulement de mercure.

La préparation de cet alliage ne présente d'ailleurs aucune difficulté, et l'on peut employer pour cela avec avantage les plombs durs antimonisés que l'on obtient en quantités considérables dans les usines du Haris.

42. Argent — Iridium — Osmium.

On prétend que l'osmium d'iridium est susceptible de s'unir par la fusion à d'autres métaux.

M. Berzelius en a fait l'essai avec l'argent. Il a obtenu un régule fondu dans lequel les grains d'osmium d'iridium étaient engagés comme à la température ordinaire, l'argent et le cuivre s'introduisaient dans le mercure lorsqu'ils sont amalgamés à la surface. Quand on dissout le métal, les grains d'osmium d'iridium restent sans avoir éprouvé le moindre changement.

43. Argent — Mercure — Potassium.

Selon M. Thénard, on obtiendrait un alliage triple de ces métaux en chauffant convenablement l'amealgame d'argent avec le potassium. Cet alliage triple se décomposerait par une chaleur suffisante, et il en résulterait très-probablement un alliage binaire d'argent et de potassium.

44. Argent — Or — Palladium.

Une combinaison de ces trois métaux forme l'aurogendre, minéral d'or qui se trouve dans la capitainerie du Porpor (Amérique méridionale). M. Berzelius en a analysé un échantillon qui lui a été envoyé par M. Pelt : il était en petits grains cristallins, très-chargés de sucsites, d'un jaune sale. M. Berzelius y a trouvé :

Or.	0,8508	} 1,0000
Palladium	0,0385	
Argent.	0,0417	

45. Argent — Or — Platine.

Selon M. Berzelius, ces trois métaux s'allient en toutes proportions. Les alliages qu'ils forment sont ductiles, mais plus raides et plus élastiques que les alliages d'or et d'argent, et jouissent de cette propriété remarquable, que quand les trois métaux s'y trouvent en de certaines proportions, l'acide nitrique dissout tout l'argent et en même temps tout le platine, et laisse l'or pur.

Selon M. Chaudet, l'alliage composé de :

Or.	0,23
Platine.	0,22
Argent.	0,55

se fond sous la marte en un bouton rond, lisse, et qui n'adhère pas à la coupelle.

46. Argent — Or — Rhodium.

Cet alliage triple existe tout formé. M. André-del-Rio ayant fait l'analyse d'une combinaison naturelle d'or et de rhodium, l'a trouvé formé de :

Or.	61,2
Rhodium	38,6
Argent	0,2

On ne connaissait pas encore un semblable composé naturel.

M. André-del-Rio s'y est pris de la manière suivante pour faire cette analyse. Par l'eau régale il a obtenu tout l'argent, à l'état de chlorure; l'or n'a été dissous qu'en partie; le chlorure d'or formé a été séparé par l'éther sulfurique. Le résidu n'a rien cédé à l'acide nitrique; chauffé dans un creuset de platine avec du nitre, il a présenté de l'or à nu, etc. Le mélange de potasse et d'acide de rhodium lavé à l'eau pure, a laissé une poudre noire; cette poudre séparée par le mercure de l'or libre qu'elle renfermait, a été dissoute dans l'acide hydrochlorique. La liqueur alcaline, résultant du lavage, et saturée par l'acidenitrique, a fourni un précipité couleur corail, qui renfermait de l'oxide de rhodium et très-peu d'or.

On a ajouté au mélange des deux liqueurs de l'hydrochlorate d'ammoniaque, et l'on a évaporé; on a ainsi obtenu des cristaux couleur orangé, composés de chlorure d'or et d'hydrochlorate d'ammoniaque; ces cristaux traités de nouveau par le nitre, il y a excès ou de l'or mis à nu; celui-ci a été séparé immédiatement; et la liqueur, saturée d'acide sulfurique, a fourni un précipité brun-rougeâtre d'oxide de rhodium.

C'est en employant ainsi tour à tour le nitre et les sels que l'or a été séparé du rhodium.

Cette analyse est loin d'être parfaite (comme le fait observer M. Berzélius, auquel nous en empruntons la description); puisque le creuset a été nécessairement attaqué; mais elle donne une idée du procédé qu'on peut suivre pour séparer ces deux métaux.

47. *Argent—Or—Tellure.*

Cet alliage triple se rencontre dans l'or graphique ou tellurure argentifère, qui, d'après l'analyse qu'en a faite M. Klaproth, contient :

Or	0,50	} 1,000. Sa formule est
Argent.	0,10	
Tellure.	0,60	
		Ag T ² + 3 Au T ² .

L'or y est combiné, selon M. Berthier, avec une proportion double de tellure, de manière à former un tellurure hyperarsénique ou denta-telluré d'or, qui est uni à du tellurure d'argent; ce dernier joue le rôle de base.

On trouve ce minéral à Offen-Banya, en Transylvanie. Il est accompagné de carbonates, de chaux, de quartz, de pyrite, de blende et de cuivre gris.

Voici, au reste, sa description, d'après M. Berthier.

L'or graphique est d'un gris d'acier clair, tendre, sigré, à cassure inégale, à grains fins. Il cristallise en petits prismes rhomboïdaux de 103 à 107°, qui dérivent d'une pyramide acutibase. Sa pesanteur spécifique est de 5,783. D'après M. Molle, sa pesanteur spécifique calculée serait de 10,0. — Au chalumeau, sur le charbon, il se fond en une boule métallique d'un gris sombre : par le grillage, cette boule donne une fumée blanche qui se dépose sur le charbon, et qui disparaît sous la flamme en répandant une lumière verte ou bleuâtre. Après le grillage, il reste un bouton métallique malléable, d'un jaune clair. Dans le tube ouvert, l'or graphique répand une odeur piquante, et il se dépose dans le tube du tellure métallique près de la pièce d'essai, et de l'oxide blanc, fusible, à quelque distance.

48. *Argent—Plomb—Tellure.*

La combinaison de ces trois métaux se rencontre dans les minerais de tellurures de plomb tirés de la mine de Sawdinski en Sibérie. Selon M. Berthier, ce minéral est amorphe; mais il offre trois allages qui paraissent conduire au cube. Il est d'un blanc d'étain très-brillant. Sa dureté est à peu près la même que celle du spath-calcare. On peut aisément le réduire en poudre. — Sa pesanteur spécifique est de 8,159. — Au chalumeau, sur le charbon, il colore la flamme en bleu; il se fond et se réduit peu à peu en un petit

bouton d'argent entouré d'un sublimé de tellure de plomb et d'un dépôt jaune-brun. Dans le tube ouvert il fond, s'entasse de gouttes blanches, et produit un sublimé blanc, et fusible en gouttes. L'acide nitrique l'attaque aisément et le dissout même à froid. — M. R. Ross en a fait l'analyse et y a trouvé approximativement :

Plomb.	0,6055	} 1,000
Argent.	0,0138	
Tellure.	0,3807	

Cela fait penser à M. Ross que ce minéral contient 1 at. de plomb et 1 at. de tellure, et qu'il est mêlé d'un peu de tellure d'argent.

Cette analyse a eu lieu de la manière suivante :

Le dissolvien du tellure de plomb dans l'acide nitrique a été étendu de beaucoup d'eau, puis on y a versé de l'acide hydrochlorique et déduit la quantité de l'argent de celle du chlorure. Après avoir saturé d'ammoniaque la liqueur tellurée, on y versa de l'hydro-sulfate d'ammoniaque en excès qui donna naissance à du sulfure de plomb et à du sulfure de tellure; le premier se précipita, tandis que le second fut dissous par l'excès de l'hydro-sulfate. Au bout de 24 heures, la liqueur fut décantée et le précipité mis en digestion avec une nouvelle quantité d'hydro-sulfate d'ammoniaque; après avoir laissé reposer le mélange pendant 24 heures, on le jeta sur un filtre ainsi petit que possible, on sécha le résidu, et on le traita par l'acide nitrique fumant pour le convertir en sulfate de plomb, qui fut introduit dans un creuset de platine, desséché et calciné. La liqueur, séparée du sulfure de plomb par filtration, fut reprise par l'acide hydrochlorique et le précipité de sulfure de tellure bœilli dans l'eau régale, jusqu'à ce que le portion de soufre, mise en liberté, fut jaune; alors on filtra la liqueur et on détermina la quantité de tellure par le moyen suamment.

43. Antimoine — Plomb — Zinc.

Ces trois métaux peuvent s'allier.

On ajoute quelquefois un peu de zinc à l'alliage d'antimoine et de plomb dont on se sert pour fabriquer les caractères d'imprimerie et qui, selon M. Berthier, est composé de :

Plomb.	0,762	2 at.
Antimoine.	0,238	1 id.

53. Bismuth — Cuivre — Etain.

Selon MM. Macquer et Lussac, le bismuth, combiné avec parties égales de cuivre et d'étain, forme un alliage propre à la confection des Ecrypes.

Nous avons préparé un alliage de ces trois métaux dans les proportions suivantes :

Cuivre.	8
Etain.	1,6
Bismuth.	0,4

Un lingot coulé avec cet alliage a présenté les caractères ci-après :

Cassure raboteuse, grande à grains fins ; ternes ; jaunâtres.

Couleur sous le lime : — jaune doré ou de bronze, éclatant, dur, raide, cassant.

54. Bismuth — Cuivre — Fer.

Ces métaux, plus du soufre, se rencontrent dans le sulfure de bismuth du Cornouailles.

L'analyse de ce minéral, faite par M. Warrington, a donné :

Bismuth.	0,685	} 0,995.
Fer.	0,028	
Cuivre.	0,036	
Soufre.	0,189	
Gangue.	0,060	

55. Bismuth — Cuivre — Or.

Ces métaux peuvent se combiner.

M. Malachoff a remarqué que l'alliage double de bismuth et d'or, composé de 11 parties d'or et d'une partie de bismuth (voyez p. 405), conserve à peu près les mêmes propriétés, lorsque la proportion du bismuth dans le composé s'élève à un sixième et qu'on ajoute la quantité de cuivre nécessaire pour réduire l'or au titre. Lorsque cette proportion de bismuth diminue, le couleur de l'alliage se rapproche de celle de l'or ; mais il conserve sa fragilité, tant qu'il reste dans la masse 0,0005 de bismuth.

A mesure que la proportion de bismuth diminue, et que celle du cuivre augmente (l'or étant toujours au titre), la contraction primitive de l'alliage cesse, l'expansion a lieu,

et elle devient promptement beaucoup plus considérable que si le cuivre entrât seul dans l'alliage.

53. Bismuth — Cuivre — Plomb.

Ces métaux, plus du soufre, se trouvent dans le *Nadelet*. Ce minéral n'a encore été trouvé qu'aux mines d'or de Biotaf, dans l'Oural. Il est d'un gris d'acier un peu brun ; il cristallise en longs prismes obliques ; il a la dureté du spath calcaire ; sa pesanteur spécifique est de 6,757.

L'analyse de ce minéral, faite par M. Hermann-Brück, a donné :

Soufre. . .	0,1608		
Bismuth. . .	0,3644	première analyse	0,6836
Plomb. . .	0,3405	—	0,6540
Cuivre. . .	0,1059	—	0,0229
	0,9720		0,1645

M. Hermann-Brück l'exprime par la formule $\text{Cu}^2\text{Bi}^2\text{S}_2 + 2\text{PbBiS}_2$, et il n'a trouvé dans le *Nadelet* ni le tellure ni le nickel que M. Aden avait annoncé y avoir rencontrés.

54. Bismuth — Étain — Fer.

Selon M. Bayot, le fer-blanc préparé avec un alliage de bismuth et d'étain, dans des proportions graduées, au lieu de se servir d'étain pur, est préférable au fer-blanc ordinaire pour la production du miroir métallique. Dans plusieurs manufactures on emploie cet alliage et l'on en obtient de beaux résultats.

55. Bismuth — Étain — Mercure.

Selon MM. Macquer et Leenhardt, parties égales de bismuth et d'étain, et le double de mercure, forment le faux argent des peintres ou l'argent en coquille.

M. Macquerie recommande la recette suivante pour la préparation d'un alliage de ces trois métaux, bon pour venir les figures de plâtre.

Mettez une once (3 décag. 6884) d'étain avec la même quantité de bismuth dans un creuset, réduisez-les en fu-

sion et ajoutez une once de mercure. Méliez bien pour opérer la combinaison, retirez du feu et laissez refroidir. Cette composition mêlée avec du blanc d'œufs forme un très-beau vernis pour les figures de plâtre.

56. Bismuth — Etain — Plomb.

L'étain et le bismuth se combinent en toutes proportions avec le plomb et donnent naissance à des alliages extrêmement fusibles; ils le sont tous plus qu'aucun des trois métaux composants. On se sert de ces alliages pour prendre des empreintes; c'est M. Guisot qui a proposé l'emploi de ces alliages dans la stélographie, à raison de la facilité avec laquelle ils reprennent les empreintes des mones, et pour faire des rondelles fusibles à des degrés de chaleur déterminée; on adapte ces rondelles aux machines à repere à haute pression, comme moyen de sûreté. On emploie aussi ces alliages lorsqu'on a besoin de soudures molles d'une fusion très-facile.

Il est en général difficile, selon M. Berthier, d'obtenir ces alliages dans un état d'homogénéité parfait, parce que, pendant qu'ils sont en fusion, ils tendent à se décomposer par le repos; de telle sorte que le plomb s'accumule à la partie inférieure de la masse.

Les premières observations relatives à la fusibilité remarquable de certains alliages sont dues à Newton. Ce grand homme avait remarqué qu'un alliage triple, composé de :

$$\left. \begin{array}{l} 5 \text{ parties de bismuth,} \\ 3 \text{ ——— d'étain,} \\ 2 \text{ ——— de plomb.} \end{array} \right\} \quad (1)$$

se solidifiait à peu près vers 100 degrés. Plus tard, MM. Marchendroech, Margraf, Rour et Darcey se sont occupés successivement de cet alliage, qui a conservé en France le nom d'alliage de Darcey, et en Allemagne celui d'alliage de Rour.

—

(1) Il est à remarquer que si on plonge rapidement cet alliage dans de l'eau froide, qu'on l'en retire de suite et qu'on le presse dans la main, il se déformera avec ease, au bout de quelques instants, pour briller les doigts. Ce phénomène tient à ce que, pendant la solidification et la cristallisation des parties intérieures, le calorique issu de ces dernières est mis en liberté et se communique à la surface qui se refroidit.

Lorsqu'on unit ces trois métaux, dans quelques proportions que ce soit, on obtient des alliages qui entrent tous en fusion à une température plus basse que la plus fusible d'entre eux. On peut en juger par la table suivante, tirée des expériences de M. Darcet.

	Bienn.	Plomb.	Étain.	
N° 1	7	2	4	Se ramollit à 160°, mais ne fond pas; se laisse pétrir.
N° 2	8	2	6	Se ramollit à 100°, mais il s'oxide aisément; il y a trop d'étain.
N° 3	8	2	4	Se ramollit à 160°; prend même la consistance du beurre.
N° 4	16	4	7	Se ramollit plus que le n° 3.
N° 5	9	2	4	Se ramollit moins que le n° 4.
N° 6	16	5	7	Deviens presque liquide à 100°.
N° 7	8	3	4	Deviens liquide à 160°, mais coule mal et fait la queue.
N° 8	8	4	4	Totalement liquide à 100°.
N° 9	16	9	7	Même fusibilité que le n° 8.
N° 10	8	5	5	Fond à 24° c. (1)
N° 11	8	6	2	Presque aussi fusible que le n° 10.
N° 12	8	7	1	Se ramollit à 100°, mais ne se fond pas.
N° 13	16	15	1	Ne fond pas à 100°; ne se ramollit même pas.

(1) En ramenant cet alliage avec une baguette, il se refroidit 50° plus tôt que avec ce brasseur; il finit, donc plongé dans l'eau chaude, 9°, 58° pour passer de la température de 16° Réaumur à 72°. Mais pour monter de 72° à 90°, il faut 12°.

D'après les observations de M. Dorel, ces alliages sont généralement aigres, mais ils se laissent néanmoins couper au couteau. Leur cassure a un aspect gris-noirâtre et mat; ces cassures sont, les unes à gros grains, les autres à grains fins; en versant ces alliages fondus dans le lingotier, ils deviennent plus ou moins blancs. Tous ces alliages se ternissent facilement à l'air, et plus promptement encore dans l'eau bouillante, où ils se recouvrent d'une pellicule ridée qui s'en sépare peu à peu sous la forme d'une poudre noire.

MM. S. Parker et Martin ont également fait de nombreuses observations sur le degré de fusion de divers alliages métalliques fusibles, qui dans leur opinion pourraient servir avec avantage pour la trempe des instruments tranchants, parce qu'il serait alors possible de donner à cette opération un degré de certitude auquel on n'était pas encore parvenu jusqu'à présent.

Voici la manière dont ces messieurs ont procédé pour établir les points métalliques. On s'est servi de deux cailliers de fer poli; dans l'un d'eux on a fait fondre les métaux bien mêlés, et quand ils furent en fusion complète, on les mélangea et on versa dans l'autre caillier l'alliage dans lequel on plonge le thermomètre qui marquait 620° Fahrenheit. Le mercure baignait dans l'instrument à mesure que l'alliage refroidissait, on en observa la graduation avec soin, et on saisit le moment où il ne descendait plus, pour noter ce degré comme étant celui du point de fusion de cet alliage.

MM. Parker et Martin observèrent dans ces expériences qu'au moment où l'alliage va passer de l'état liquide à celui de solide, le thermomètre monte d'un degré; ce qui annonce un changement d'état dans le métal; ce degré fut noté comme étant celui de la température à laquelle la fusion complète cesse d'avoir lieu.

Le tableau d'autre part fait connaître les diverses températures auxquelles les alliages suivants, composés de bismuth, de plomb et d'étain, sont respectivement fusibles.

BISMUTH.	PLOMB.	ÉTAIN.	POINTE À LA TEMPÉRATURE DU	
			THERMOMÈTRE de Fahrenheit.	THERMOMÈTRE Centigrade.
8	3	3	202 ⁴	94 ⁴ / ₁₀
8	6	3	206	97, 78
8	9	3	216	107, 64
8	8	4	256	112, 22
8	8	6	245	116, 65
8	8	8	254	123, 10
8	10	8	268	127, 60
8	12	8	270	130, 80
8	16	8	300	147, 40
8	18	10	304	149, 60
8	18	12	294	141, 90
8	16	14	290	138, 70
8	16	16	292	140, 80
8	16	18	288	144, 10
8	16	20	304	147, 40
8	16	22	312	152, 80
8	16	24	316	154, 60
8	16	24	312	152, 90
8	20	24	310	151, 90
8	22	24	308	151, 80
8	24	24	310	152, 80
8	26	24	300	158, 40
8	28	24	330	163, 00
8	30	24	342	170, 80
8	32	24	352	176, 00
8	32	28	352	165, 00
8	32	30	356	165, 80
8	32	32	350	158, 40
8	32	34	318	167, 30
8	32	36	320	158, 40
8	32	38	322	159, 50
8	22	40	324	160, 60

On voit qu'il est facile, par des alliages convenables faits entre ces trois métaux, d'obtenir des tonnes de fusion très-

verifs, et plus ou moins étirés. C'est sur cette propriété qu'est basé leur emploi dans la fabrication des rendelles de sûreté, qu'on adapte en France aux chaudières à vapeur.

Cette méthode de tremper les instruments tranchants présente, selon MM. Porter et Martin, plusieurs avantages :

1^o Il n'y a, par ce moyen, aucune incertitude sur le degré de température qu'on doit leur donner, car quand une fois l'ouvrier aura reconnu lequel des bains métalliques convient à l'espèce d'instrument qu'il veut tremper, il n'a plus qu'à les ranger en file sur la surface du métal solide et à allumer le feu pour le faire liquéfier; mais il faut bien faire attention qu'aussitôt que la surface du métal commence à se liquéfier, il doit soulever promptement tous les instruments pour les plonger dans l'eau froide, parce qu'alors ils ont tous également acquis la même température.

2^o Il est très-difficile, pour ne pas dire impossible, lorsque les instruments ont le dos épais, de leur donner, par l'ancienne méthode, une température égale partout, car souvent le tranchant est trop chaud et éprouve même des altérations avant que les autres parties soient suffisamment et régulièrement chauffées. Le nouveau procédé des bains métalliques serait aussi d'un avantage incalculable pour le trempage des grandes limes et des râpes, qu'il faut laisser fort long-temps dans le feu avant qu'elles soient également chauffées dans toutes leurs parties. On peut dire qu'il n'y a pas d'instruments, excepté les plus grands, tels que scies, dolaires, etc., qu'on ne puisse tremper avec beaucoup plus de certitude par le moyen des bains métalliques que par les anciens procédés en usage.

Pour ce qui est du degré de chaleur convenable, MM. Porter et Martin pensent qu'on peut orner en toute sûreté : que la plus basse température possible à laquelle on trempe l'acier est sans contredit la meilleure.

Voici encore quelques exemples d'alliages de ce genre.

L'alliage dit de *Mosberg* est composé de parties égales des trois métaux; il fond à 254° Fahrenheit, ou 122° 10 centigrades, et a la blancheur de l'argent.

L'alliage dit de *Kragt* consiste en 6 parties de bismuth, 2 de plomb et 1 d'étain. Il fond à 220° Fahrenheit ou 105° 4 centigrades.

L'alliage dit de *Valentin Rose* se compose d'environ 4 parties de bismuth, 2 de plomb et 1 d'étain; ou d'environ 5 à 6 parties de bismuth, 2 de plomb et 3 d'étain.

L'alliage dit de *Rose* père, à Berlin; contient 2 parties de bismuth, 1 de plomb et 1 d'étain. Il fond à $25^{\circ} 75$ centigrades.

M. Ermann a soumis cet alliage de *Rose* à une série d'expériences fort intéressantes pour déterminer les lois de sa dilatation. Celle-ci présente de curieux phénomènes.

Quand on prend cet alliage à 0° et qu'en le chauffe jusqu'à 35° , on voit que sa dilatation suit une marche régulière. Si on le reprend de 80 à 160° , cette marche est encore la même. En sorte que si l'on se bornait à examiner la dilatation pour des points compris entre ceux que nous venons de citer, on croirait qu'elle est toujours proportionnelle à la température. Il n'en est pourtant pas ainsi, car, à partir de 35° , l'alliage se contracte jusqu'à 55° , époque où son volume est le moindre possible et où il est même inférieur à celui que l'on observait à 0° . Il se dilate ensuite de nouveau et très-rapidement jusqu'à 80° , en passant par le point de fusion. Alors il reprend la marche initiale de sa dilatation.

Voici quelques-uns des nombres observés par M. Ermann. Les températures y sont indiquées en degrés Réaumur, ainsi que celles qui sont citées plus haut.

Température de l'alliage.	Volume de l'alliage.
0	100000
10	100432
20	100445
30	100803
35	100830 maximum.
40	100879
44,4	100000
60	99480
56	99130 minimum.
50	99389
63	99478
70	99940
75	100000 point de fusion.
80	101702
100	102217
120	102389
140	103072
160	103495

On peut vérifier ces résultats, selon M. Dumas, par

une expérience fort simple. Que l'on remplisse une boule de thermomètre d'alliage liquide : elle se refroidira sans accident jusqu'à 35° ; mais, parvenue à ce terme elle se brisera tout-à-coup. Il doit en être ainsi, puisque'à partir de 56° jusqu'à 55°, le verre se contracte et l'alliage se dilate.

Nous citerons enfin, pour dernier exemple, l'alliage composé de :

Plomb	0,540
Étain	0,194
Bismuth.	0,466

Il se fond à 79° Réaumur ou 99° centigrades.

Selon M. Doberéiner, on peut admettre que cet alliage est composé d'un atome d'alliage de bismuth et de plomb Bi. Pb, fusible à 162 ou 163° centigrades, uni à un atome d'alliage de bismuth et d'étain, Bi. Sn, qui se fond de 134 à 137° centigrades. M. Doberéiner a remarqué cette singulière circonstance, que lors de la combinaison de ces deux allages, il se produit du froid.

Pour faire l'analyse de ces allages triples, on traite par l'acide nitrique étendu, l'étain se sépare à l'état d'oxide, le plomb et le bismuth se dissolvent ; on filtre, on lave avec de l'eau acidulée ; l'oxide d'étain, resté sur le filtre, donne le poids du métal.

Quant à la liqueur acide contenant en dissolution les nitrates de plomb et de bismuth, on la traite comme il a été dit pour l'alliage de plomb et de bismuth (voyez p. 100), on le sature par un alcali, puis l'on y verse de l'ammoniaque en excès ; tout l'oxide de bismuth se précipite ; on le recueille sur un filtre, on sèche et on pèse.

57. Bismuth — Fer — Mercure.

M. Neumann avait annoncé qu'on parvenait à blanchir ou à agénier le fer, au moyen d'un amalgame de bismuth ; mais M. Neumann ayant essayé ce procédé ne parvint point à obtenir le résultat annoncé.

58. Bismuth — Fer — Potassium.

M. Strutt indique le moyen suivant d'obtenir un alliage triple de ces métaux. Une paille de teneurure de fer, coupée par petits morceaux, étant placée au fond d'un creuset, on met par-dessus une égale quantité de crème de tartre char-

beaucoup et surtout de bismuth. La fusion étant opérée au moyen d'une forte chaleur, on a un alliage triple contenant beaucoup de potassium.

39. Bismuth — Mercure — Plomb.

Ces trois métaux se combinent facilement entre eux.

Le mercure peut absorber beaucoup de bismuth, sans cesser d'être liquide, et il peut ensuite dissoudre beaucoup de plomb sans perdre sa liquidité.

L'émulsion composée de :

1 partie de plomb,
2 — de bismuth
et 5 — de mercure,

est très-fluide à la température ordinaire, et passe à travers la peau de chamois comme le mercure pur. M. Thomson dit que ce fut M. Berch qui décrit le premier ce fait intéressant.

C'est à cause de cela qu'on introduit souvent du bismuth et du plomb dans le mercure, par fraude ; cependant, quelque très-liquide, il fait alors toujours la queue. Lorsqu'on le distille il se décompose ; mais le mercure entraîne avec lui une quantité notable de bismuth, lors même qu'on opère la distillation à la température la plus basse possible.

M. Mackenzie indique le procédé suivant pour préparer des alliages qui se fondent quand ils sont frottés ensemble.

Fondez 2 parties de bismuth et 4 de plomb dans des creusets séparés ; versez-les dans d'autres creusets contenant chacun 1 partie de mercure ; quand ils seront froids, les alliages résultant de cette opération seront solides. Mais s'ils sont frottés l'un contre l'autre, ils entreront de suite en fusion et deviendront coulants.

40. Bismuth — Plomb — Zinc.

Selon M. Mackenzie, parties égales de ces trois métaux, fondus ensemble, forment un alliage fusible dans l'eau en ébullition.

41. Bismuth — Sélénium — Tellure.

D'après M. Berzelius, on trouve dans le règne minéral une combinaison de tellure et de bismuth qui contient aussi

un peu de manganèse; mais elle est très-rare, on l'a rencontrée en Hongrie et en Norvège.

62. Cuivre — Étain — Fer cru.

Selon M. Desprez, on est dans l'habitude, en Russie, de jeter de la fonte dans le bain de bronze peu de temps avant la coulée : le carbone, le manganèse et le fer réduisent les oxydes de cuivre et d'étain qui pourraient se trouver dans l'alliage; c'est là, dit M. Desprez, le principal avantage de cette pratique; de plus, une certaine portion de fer entre en combinaison.

Il résulterait en effet, de renseignements qui nous ont été communiqués, qu'en 1823 et 1824, il a été coulé en Russie plusieurs bouches à feu dont le métal était composé :

Pour les unes, de 100 parties de cuivre, 10 d'étain et 12 de fonte ;

Et pour les autres, de 100 parties de cuivre, 11 d'étain et 25,7 de fonte ;

et toutes ces bouches à feu ont, dit-on, supporté, sans se rompre, des épreuves très-fortes et un tir très-prolongé qui ont mis hors de service des bouches à feu en bronze ordinaire, des mêmes calibres et dimensions que les premières avec lesquelles on les avait soumises à des épreuves comparatives.

Nous ignorons si, par suite de ces résultats, cet alliage ternaire a été adopté, et s'il continue à être préféré par l'artillerie russe.

Dans ces coulées, le fer cru se mettait dans le fourneau quand le cuivre était fondu, et l'étain s'ajoutait comme d'habitude.

Ces expériences, faites en Russie, excitèrent aussi en France l'attention sur les avantages que paraissent présenter ces alliages ternaires pour le service de l'artillerie. Les premiers essais d'alliage de ce genre furent faits en petit, d'abord, par M. Darcel père, continués sur des masses plus considérables par M. Darcel fils, et répétés plus en grand par M. Dumourey, alors chef de bataillon d'artillerie. Les résultats ayant paru satisfaisants, on renouvela ces essais en 1825, sur une grande échelle, à la fonderie royale de Douai. On coule dans cet établissement un assez grand

nombre de bouches à feu de diverses espèces et de différents calibres, avec des alliages ternaires composés de :

Cuivre.	Étain.	Fer.
50	10. . . .	6
50	10. . . .	4
50	10. . . .	3

Le fer cru était d'abord allié à l'étain dans les proportions de 3 parties de fonte grise pour 4 d'étain, et on jetait ensuite une proportion convenable de cet alliage binaire dans le bain de cuivre auquel on ajoutait en outre la quantité d'étain nécessaire pour compléter la proportion de ce métal.

Ces bouches à feu ont été soumises plus tard à des épreuves comparatives, dont les résultats ont fait renoncer, à ce qu'il paraît, à l'emploi de cet alliage ternaire pour la fabrication des bouches à feu.

A peu près vers la même époque, c'est-à-dire en 1863, mais avant les essais de Douai, nous avons entrepris, avec nos seules ressources personnelles, une série d'expériences dans le but d'améliorer le métal à canon. Nos vues se sont portées aussi sur l'alliage ternaire Cuivre — Étain — Fer cru, mais dans un sens inverse des essais de Douai ; dans ces derniers on cherchait à améliorer le bronze par la présence d'une petite proportion de fer, tandis que les nôtres ont eu pour but d'améliorer les canons de fonte par l'addition d'une petite quantité d'étain et de cuivre ; l'étain ne se trouvant employé que comme un intermédiaire pour opérer l'alliage du fer avec le cuivre.

J'ai préparé sept alliages de ce genre, dans les proportions suivantes :

	Fer cru.	Cuivre.	Étain.
N ^o 1	100	2	0,4
N ^o 2	100	2	0,4
N ^o 3	100	2	0,66
N ^o 4	100	4	1
N ^o 5	100	5	1
N ^o 6	100	5	1
N ^o 7	100	10	2

Les lingots provenant des quatre premières opérations ne m'ont laissé apercevoir aucune trace de cuivre séparé des deux autres métaux composants.

Le lingot de l'opération n^o 5 portait à son extrémité sa pé-

ricure, provenant du fond du creuset, des traces de cuivre non combiné.

Le lingot N° 6, au contraire, me parut très-homogène, et je n'y remarquai point de cuivre isolé. Cela serait-il dû à un mélange de péroxide de fer et d'huile de lin que j'ai ajoutée dans le creuset ?

Dans l'essai N° 7, le cuivre était visiblement en excès : une portion de ce métal s'est séparée du reste de l'alliage et s'est portée vers le fond du creuset où je l'ai trouvée. La proportion de 3 d'étain pour 100 de fer de fonte était sans doute trop faible pour déterminer complètement le combinaison de 10 de cuivre avec ce même fer.

Ces sept lingots ont d'ailleurs présenté les caractères suivants :

Lingot N° 1. Cassure grenue; en petits cristaux octaédres; peu compactes; — gris; brillante sur les facettes des petits cristaux.

Couleur sous la lime : — gris-blanchâtre ou de fer.

Couleur sous la meule : — gris d'acier; brillante.

Cet alliage n'était pas très-dur, car il se laissait rader avec le couteau.

Lingot N° 2. Provenant de la refonte de l'alliage N° 1.

Cassure raboteuse; grenue et peu lamellaire. — Blanc grisâtre; peu éclatante.

Couleur sous la lime : — blanc-grisâtre, passant au jaunâtre.

Couleur sous la meule : — blanc tirant sur le jaunâtre; éclatante.

Lingot N° 3. Cassure raboteuse; plus grenue que lamellaire — gris noisette; terne ou peu éclatante.

Couleur sous la lime : — gris d'acier clair; brillante.

Couleur sous la meule : — gris d'acier, éclatante.

Lingot N° 4. Cassure esboisée, grenue et lamellaire. Blanc grisâtre passant au noirâtre; peu éclatante ou terne.

Couleur sous la lime : — blanc grisâtre tirant légèrement sur le jaunâtre; brillante.

Couleur sous la meule : — gris d'acier; éclatante.

Lingot N° 5. Cassure comme celle du N° 4; gris fonce ou clair; terne ou peu éclatante.

Couleur sous la lime et sous la meule, comme le N° 4.

Lingot N° 6. Cassure comme celle du N° 4. Couleur blanc-grisâtre foncé, tirant sur le bleuâtre; ternes ou peu éclatante.

Couleur sous la lime : — blanc jaunâtre; brillante.

Couleur sous la meule : — blanc grisâtre tirant un peu sur le jaunâtre; éclatante.

Lingot N° 7. Cassure en partie raboteuse; grosse, en partie lamellaire; la partie grosse d'un gris noirâtre; ternes. La partie lamellaire d'un gris blanchâtre; peu éclatante.

Couleur sous la lime : — gris blanchâtre ou de fer.

Couleur sous la meule : — gris d'acier; éclatante.

Cet alliage se laisse facilement rader avec le couteau.

63. Cuivre — Étain — Fer ductile.

Ces trois métaux sont susceptibles de s'unir dans certaines proportions, et l'étain est un intermédiaire assez efficace pour combiner le cuivre avec le fer forgé.

On a cru, dans ces dernières années, que la présence d'un peu de fer dans le bronze pouvait en améliorer singulièrement les qualités. M. Demanuy, colonel d'artillerie, a fait en France, en 1817, par ordre de M. le ministre de la guerre, une série d'expériences sur des allages triples de cuivre, d'étain et de fer, considérés sous le rapport de la fabrication des bouches à feu et d'autres objets analogues, comparativement avec le bronze ordinaire qui, en France, se compose de 100 parties de cuivre et 11 d'étain. Le fer a été introduit dans le bain de cuivre, à l'état de combinaison, avec 6 ou 7 pour cent d'étain, c'est-à-dire à celui du fer-blanc.

M. Demanuy a vu qu'en-delà de 1/100, cette addition de fer-blanc devenait nuisible. Le meilleur alliage résulte de 100 parties de bronze ordinaire avec une partie de fer-blanc. Les qualités que le fer communique au bronze sont bornées aux objets de petite dimension, et disparaissent quand on coule l'alliage en grosses pièces.

En comparant du bronze ferreux et du bronze fait avec des métaux bien purs, on n'aperçoit pas d'amélioration. L'usage du bronze ferreux devrait donc se borner à la fabrication de petits objets ou à l'amélioration des vieux bronzes impurs, comme le remarque M. Dumas au sujet des expériences dont il s'agit.

Le bronze ferreux est plus dur et plus tenace que le

brasse ordinaire dans les objets de petite dimension. Il est toujours moins fusible que lui, et par là il est moins disposé à offrir des soufflures dans le moulage en sable qu'on produit beaucoup dans le bronze ordinaire. Mais ce précieux avantage disparaît dans le moulage en terre qui ne produit pas de soufflures dans le bronze commun ; il disparaît également dans un moulage en sable bien fait.

¶ Cependant, M. le général d'artillerie russe Gagnol fit, dit-on, couler, en 1818, une bouche à feu nommée licorne, dont le métal était composé de bronze ordinaire auquel on avait ajouté 12 pour cent de fer forgé. Cette bouche à feu fut éprouvée comparativement avec une autre licorne en bronze ordinaire et du même calibre, mais dont les épaisseurs de métal étaient doubles de celles de la première ; et néanmoins, la licorne en bronze ordinaire fut mise hors de service au bout de 750 coups, tandis que l'autre n'avait encore aucune dégradation.

Ces résultats déterminèrent sans doute le gouvernement français à faire entreprendre sous des essais analogues. Une commission instituée par M. le ministre de la guerre, fut donc autorisée à faire faire d'abord en petit, à l'hôtel des monnaies, divers essais d'alliages ternaires : cuivre-étain et fer. Leurs résultats ayant paru satisfaisants, on en fit des applications en grand à la fonderie royale de Douai, vers le fin de 1825, et sous les yeux de MM. Gay-Lussac et Berzel, membres de la commission précitée, et dont le dernier s'était livré spécialement à des recherches nombreuses et intéressantes sur ces alliages ternaires. Un certain nombre de bouches à feu de diverses espèces ont été coulées à la fonderie de Douai avec un alliage ternaire. Les barres de fer, destinées à faire partie du chargement du fourneau, étaient d'abord échauffées, puis coupées en morceaux qu'on projetait successivement dans le bain de cuivre, en ajoutant en outre la quantité d'étain nécessaire pour compléter la proportion de ce métal. Mais les bouches à feu provenant de ces coulées ne paraissent point avoir répondu à l'attente qu'on s'en était formée, car il n'a pas été donné d'autre suite à ces essais en grand.

Nous avons fait également, à peu près à la même époque, et dans l'ignorance des opérations de Douai, deux essais d'alliages avec les trois métaux susnommés. Notre but était principalement de reconnaître le degré d'aptitude de l'étain

à servir d'intermédiaire pour opérer la combinaison du cuivre avec le fer.

Ces essais ont eu lieu dans les proportions suivantes :

Fer forgé (en morceaux) 100 — Cuivre 10,8 — Etain 10.

Fer forgé (en limaille) 100 — Cuivre 59,9 — Etain 13,64.

Dans le 1^{er} essai, on s'abord fait rougir dans le creuset les morceaux de fer, et l'on y a ajouté alors le moitié de la proportion d'étain; la fusion du fer n'étant point opérée après une demi-heure, on a jeté dans le creuset l'autre moitié de l'étain; au bout d'un quart-d'heure le tout était liquéfié, et le cuivre fut alors ajouté à l'état de planches. Il se fondit presque immédiatement; et après avoir un instant brossé le mélange, on coula un lingot. On n'a pu y remarquer aucune trace de séparation du cuivre, et il a présenté d'ailleurs les caractères suivants :

Cassure raboteuse, hémisphérique, bulleuse; graine—lamellaire—blanc gris-blanchâtre; peu éclatante.

Couleur sous la lime : — gris de fer clair; éclatante.

Couleur sous le marteau : — gris d'acier foncé; éclatante.

Dans le 2^e essai, les trois métaux furent placés à la fois dans le creuset qui fut abandonné dans le foyer, quand la fusion parut opérée. On y trouva, après le refroidissement, une masse informe, globuleuse, molle; elle était très-cassante et se laissait néanmoins limer avec facilité.

La cassure était raboteuse, grasse et lamellaire; blanc-grisâtre; sans éclat.

Sous la lime : — gris d'acier, éclatante.

Sous le marteau : — id. id.

On a fait refondre une portion de cette masse, et on en a coulé un lingot qui nous a paru solide mais peu dur; il se laissait rader avec le couteau.

La cassure était raboteuse, grasse, à graine fine, poreuse; blanc-grisâtre; peu éclatante.

Couleur sous la lime : — blanc-grisâtre; brillante.

Couleur sous le marteau : — gris d'acier très-clair; brillante.

Ces opérations, les deux dernières surtout, semblent prouver que l'étain est un bon intermédiaire pour opérer la combinaison du cuivre avec le fer forgé. On voit en effet, par la première, que 10 d'étain p. $\frac{3}{4}$ de fer forgé ont suffi pour allier 10,8 de cuivre avec ce même fer, sans qu'il y ait eu séparation ou seulement visible d'une partie du cuivre. Le résultat des deux dernières opérations paraît démontrer

qu'on peut, au moyen de l'étain, affiner au fer ductile une proportion de cuivre plus considérable qu'on ne l'a généralement pensé jusqu'ici, mais qu'une seconde fusion est peut-être nécessaire pour obtenir un résultat homogène.

M. Bérard a fait connaître un mode d'étamage du cuivre qui mériterait, selon M. Dumas, d'être plus généralement adopté. Il consiste à faire usage, au lieu d'étain, d'un alliage de 6 parties d'étain et d'une partie de fer. L'emploi de cet alliage présente, il est vrai, quelque difficulté, mais on pourrait le rendre plus maniable en diminuant la dose de fer.

Cet étamage est bien plus durable que l'autre, soit à cause de sa fusion plus difficile, soit à cause de l'épaisseur de la couche qu'il forme, et qui est sept fois plus forte environ. On n'est donc pas obligé de le renouveler aussi souvent, ce qui le rend en même temps plus économique et plus salubre.

Pour analyser le bronze contenant du fer, on sépare d'abord l'étain, selon M. Berthier, par l'acide nitrique, puis on précipite le fer par l'ammoniaque. Comme ce dernier entraîne un peu de cuivre, on le redissout dans l'acide hydrochlorique, et l'on sépare le cuivre par le gaz hydrogène sulfuré.

S'il s'agissait d'une analyse importante, il faudrait examiner si le peroxyde d'étain n'a entraîné ni cuivre ni fer; de plus, s'assurer par l'acide nitrique, si les deux dernières matières n'ont pas retenu quelques traces d'étain.

M. Fauquelin a trouvé dans un poignard antique, rapporté d'Égypte par M. Parnacques :

Cuivre.	0,85	} 1,00
Étain.	0,14	
Fer.	0,01	

D'après des analyses faites par M. Berthier, le bronze que l'on emploie à Paris pour fabriquer les timbres de pendules, a été trouvé composé de :

Cuivre.	0,7800 à 0,7100
Étain.	0,2030 — 0,2700
Fer.	0,0144 — 0,0200
	1,0000 — 1,0000

84. Cuivre — Étain — Or.

Selon M. Thomsen, en mettant l'or au filre, par parties

égales d'étain et de cuivre, on obtient un alliage d'un jaune pâle et cassant; mais lorsque la proportion de l'étain ne s'élève qu'au sixième du tout, l'alliage est parfaitement ductile.

65. Cuivre — Etain — Plomb.

Ces trois métaux peuvent se combiner en beaucoup de proportions, et on les retrouve dans un grand nombre d'objets antiques et modernes.

M. Macbride dit que, selon Pline, l'alliage qu'employaient les Romains pour leurs statues et pour les tables sur lesquelles ils gravaient leurs inscriptions, était composé comme il suit : ils fondaient d'abord une certaine quantité de cuivre, introduisaient dans le bain un tiers de son poids de vieux cuivre, et ajoutaient 12 $\frac{1}{2}$ livres (4 kilog. 66) pour cent d'une composition formée de parties égales de plomb et d'étain.

M. Fauquelin ayant analysé un fragment d'une statue antique trouvée à Lillebonne, près Caudebec, département de la Seine-Inférieure, a reconnu, en effet, qu'elle était composée de cuivre, d'étain et de plomb. La quantité de plomb était justement le quart de celle de l'étain. Mais M. Fauquelin pense que le plomb était contenu dans l'étain employé pour le bronze dont on a coulé le statue.

Cette statue avait été dorée; l'or, trouvé sur le fragment examiné par M. Fauquelin, ne formait qu'un peu plus d'un millième, en poids. Cette quantité lui a paru trop petite pour avoir pu être appliquée au moyen du mercure, parce que les métaux, le cuivre surtout, plus poreux que l'argent, absorbent une grande quantité de mercure qui entraînerait indubitablement l'or jusqu'à une certaine profondeur, et n'en laisserait que très-peu à la surface.

À la suite, les échantillons de Corinthe, qu'on a perdus pendant quelque temps à Paris, et dont M. Fauquelin a examiné les modèles, lui ont paru avoir été dorés avec des feuilles d'or appliquées sans mercure; et ils ont été redorés, pendant leur séjour à Paris, sous l'intermédiaire de ce métal.

M. Klaproth a trouvé dans un métal antique :

Cuivre.	0,62	} 1,60
Etain.	0,32	
Plomb.	0,06	

La présence du plomb dans le bronze dont on coule les

beuches à feu, présente, selon M. Dumas, de graves inconvénients. Il facilite l'oxydation et augmente ainsi le déchet qu'elle occasionne. Il se partage d'ailleurs inégalement dans les lingots, et tend à se porter aux parties inférieures de la pièce, comme le démontrent les résultats suivants, obtenus en faisant l'analyse d'une pièce de 4, mise hors de service par des écailllements considérables faits par des boulets dans l'intérieur de l'âme :

	A la plate-bande de la culasse.	Au 10 ^e renfort extérieurement.	Au boulet en tôle.
Cuivre. . .	101,41	— 101,48	— 103,41
Étain. . .	9,66	— 9,58	— 8,59
Plomb. . .	0,25	— Traces.	— 0,00
Soufre. . .	Traces.	— Traces.	— Traces.
	111,00	111,00	111,00

M. Berthier a fait l'analyse d'un bronze préparé pour le service de l'artillerie, dans la fonderie de canons de Toulouse. Il était l'éprouvé en écu; mais on a trouvé au comité d'artillerie, à Paris, qu'il n'était pas de bonne qualité, et l'on a voulu connaître sa composition. Il contenait :

Cuivre.	0,838	} 1,000
Étain.	0,137	
Plomb.	0,005	

Les alliages d'étain et de plomb, du commerce, contiennent souvent du cuivre. Trois de ces alliages ont été trouvés, par M. Berthier, composés comme il suit :

Étain.	0,820	— 0,820	— 0,790
Plomb.	0,145	— 0,160	— 0,190
Cuivre.	0,025	— 0,018	— 0,015
	0,990	0,998	0,995

Ce sont donc des alliages triplés.

On emploie quelquefois, pour l'étamage du cuivre, un alliage d'étain et de plomb dans lequel on fait généralement entrer un tiers ou un quart de plomb. Rarement on élève cette proportion à la moitié. Selon M. Dumas, cet étamage se distingue de celui fait avec l'étain pur, par une couleur blanche semblable à celle du mercure bien pur.

Il n'y a aucun moyen, dit M. Berthier, de desser, par voie

sèche, l'étain contenu dans un alliage; il faut nécessairement recourir pour cela à la voie humide. Pour doser le cuivre et le plomb qui peuvent se trouver combinés avec l'étain, on lamine ce dernier et on le traite par l'acide nitrique pur à ébull. jusqu'à ce qu'il soit complètement oxydè; on rapproche jusqu'à sec; on reprend par l'eau et l'on calcine le résidu. Si ce résidu est blanc, c'est de l'oxyde d'étain pur; on évapore ensuite les liqueurs nitriques à siccité, et l'on calcine le résidu dans une capsule de platine dont le poids est connu; on redissout ce résidu dans l'acide nitrique pur; on précipite le plomb de la dissolution par l'acide sulfurique, et après cela, le cuivre par une lame de fer ou par un carbonate alcalin.

66. Cuivre — Etain — Zinc.

Ces trois métaux peuvent se combiner dans presque toutes les proportions, et les alliages qui en résultent servent à beaucoup d'usages. Ils sont souvent versés dans le commerce et y sont confondus tantôt avec le laiton, tantôt avec le bronze, suivant qu'ils se rapprochent plus ou moins de l'un de ces deux alliages.

Voici, sur ces composés, le résultat des expériences de M. Margraf :

Cuivre — Zinc — Etain.

N° 1.	100	100	100	Perd beaucoup de zinc à la fonte. L'alliage est très-blanc, se laisse limer, mais est très-cassant, à cassure granuleuse.
N° 2.	100	50	50	Perd encore beaucoup de zinc à la fonte. L'alliage est cassant, se laisse limer; il est blanc, à cassure d'un grain plus fin que le N° 1.
N° 3.	100	25	25	Blanc légèrement jaunâtre; dur, à grain peu uni; se laisse limer, mais n'est pas mallable.
N° 4.	100	25	25	Perd peu de chose à la fonte, cassant, gross.
N° 5.	100	20	20	Cassure grenue; dur, cassant, jaunâtre; se laisse limer.
N° 6.	100	15	15	Cassure très-gros; dur, cassant, jaunâtre; encore difficile à limer.

Cuivre.-Zinc.-Étain.

N° 7.	100	14	14	Un peu malléable; se laisse mieux limer; jaune.
N° 8.	100	12,5	12,5	Cassure très-unie, plus malléable et plus facile à limer que le N° 7.
N° 9.	100	11	11	Mêmes propriétés; plus malléable et plus jaune.
N° 10.	100	10	10	A grain fin, d'un très-beau jaune; malléable.
N° 11.	100	8	8	Plus fin, plus jaune, plus malléable et plus facile à limer.
N° 12.	100	7	7	Très-fin; malléable; facile à limer; de couleur d'or.
N° 13.	100	6	6	Belle couleur d'or; cède bien à la lime et au marteau.

Ces alliages, qui se préparent très-facilement en ajoutant de l'étain au laitier, paraissent de nature, selon M. Dumas, à offrir des ressources précieuses à l'industrie, quand ils auront été soumis à un examen attentif.

Le laitier contient ordinairement des traces d'étain.

La présence de ce métal est évidemment due à l'emploi des vieux cuivres dans la fabrication. Parmi ses débris, il s'en trouve qui sont étamés et qui portent ainsi plus ou moins d'étain dans l'alliage. Le laitier devient plus dur et plus raide quand il contient de l'étain; mais un demi-centième de ce métal suffit déjà, selon M. Dumas, pour altérer la ductilité de l'alliage. M. Chaudet a examiné, en 1817, plusieurs échantillons de cuivre jaune en laitier : l'un d'eux, provenant des fonderies de Ransilly, était extrêmement ductile et très-estimé pour les ouvrages au marteau; il se travaillait difficilement au tour, était gras sous l'oeil, et les copeaux s'en détachaient avec peine. L'analyse a fait voir qu'il se composait, sur 100 parties, de :

Cuivre.		79,10	} 100,00
Zinc		20,90	
Étain		Traces.	

Selon M. Mackenzie, 7 parties de cuivre, 3 de zinc et 2 d'étain forment un alliage qui prend très-exactement la forme des moules, et qui a été employé de tout temps à faire des médailles, des bustes, des statuettes. C'est, selon M. Mackenzie, la bronze des artistes.

7 parties de cuivre, 3 de zinc et 4 d'étain forment un alliage qui est très-brillant, d'une légère couleur jaune, et qu'on emploie, d'après le même auteur, à la confection des miroirs de télescopes.

D'après M. Watson, on ajoute un peu de zinc à l'alliage de cuivre et d'étain dont on fait les plus petits timbres d'horloges, comme ceux des montres, des pendules et les petites clefs.

Cet alliage ternaire est également employé, en Angleterre surtout, pour la fabrication des boutons.

Le meilleur métal blanc pour boutons est, dit-on, composé de :

Bronze de Bristol.	1 livre (0 kilog. 57369).
Zinc.	2 onces (62 gram. 182).
Étain.	1 once (31 gram. 091).

Le métal blanc ordinaire, de :

Bronze.	1 livre (0 kilog. 57369).
Zinc.	1 1/2 once (46 gram. 636).
Étain.	1 1/2 once (idem).

et le meilleur métal, de :

Bronze.	1 livre (0 kilog. 57369).
Zinc.	4 1/2 onces (139 gram. 909).

On prépare aussi depuis quelque temps, en Angleterre, un alliage qui a le même couleur que le laiton, et qui est aussi ductile; mais qui est plus dur et plus solide, et qu'on cherche pour certains usages, par exemple pour faire les lames au moyen desquelles on colore l'excess de couleur des cylindres à imprimer les étalles. Cet alliage est composé de :

Cuivre.	0,843	} 1,000
Zinc.	0,105	
Étain.	0,060	

Cet alliage a été importé d'Angleterre en France pendant quelques années, parce que, ne connaissant pas sa composition, on ne savait pas le préparer chez nous : on l'imita très-bien maintenant. On peut le considérer comme un mélange de laiton et de bronze.

Il y a des allages triples de cuivre, de zinc et d'étain qui ont la couleur de l'or; ils contiennent peu de zinc.

Selon M. Berpritz, la fusion d'un mélange de :

92 parties de cuivre,
8 — d'étain,
et 6 — de zinc,

produit un alliage qui imite bien le couleur de l'or, et auquel on a donné le nom de *chriscollie*.

M. Berthier a trouvé dans une chaîne de chriscollie :

Cuivre . . .	0,816	} 0,900
Zinc. . . .	0,080	
Étain . . .	0,025	

On emploie en France, dans les manufactures d'armes de guerre portatives, un alliage de ces trois métaux qui réunit toutes les qualités de grains, de couleur et de résistance à l'air que l'on peut souhaiter. M. le colonel Dumouroy l'a trouvé :

Cuivre	80
Zinc.	17
Étain	3
	100

Cet alliage est connu sous la désignation de *faïton des portatives d'armes*.

Selon M. Ducloux, tous les allages de ces trois métaux qui renferment, pour 100 de cuivre, de 7 à 11 d'étain et de zinc, sont propres à la fabrication des médailles et monnaies en bronze. Une quantité moindre de métaux blancs les rendrait trop moues, une proportion plus forte les rendrait trop fragiles. Le zinc ne doit entrer dans ces allages que dans la proportion de 2 à 3 centèmes.

M. Ducloux, dont nous avons cité les expériences sur des allages de cuivre, d'étain et de fer, en a fait en même temps, et dans le même but, sur des allages de cuivre, d'étain et de zinc.

Le tableau d'entre part présente le résultat moyen de ces expériences faites sur divers allages coulés en sable et en creusé.

N° DES ALLIAGES.	COMPOSITION des alliages.	T RAPPORT	
		100 grammes mise à 2 ps. de la base des lingots.	
1	Cuivre, 100—Etain, 14—Zinc, 2.	72,5	avec la lingot y fait déter- pour 5 per- au re- suffi- sant, et ble une cette avec la
2	Cuivre, 100—Etain, 11—Zinc, 4.	62,5	s'allie épais- alliage on ne sur 100 qui sont sible- on peut 10 à 7 sont sont.
3	Cuivre, 100—Etain, 11—Zinc, 6.	63.	

FIN.

Les alliages ternaires composés ont, coulés en de la même manière. Mais, comme ils ont méthode de mouler qui ne donne pas.

M. Dumasny a fait aussi des expériences sur l'effet de la trempé sur les alliages dont il s'agit, et il s'est conduit à faire les remarques suivantes :

La trempé durcit et rend en général plus cassants les alliages de cuivre, d'étain et de zinc, excepté quelques autres genres de commerce, qui offrent autant de résultats différents qu'ils présentent de variations dans leur composition.

Les alliages trempés et détrempés perdent de leur ténacité, de leur dureté et de leur densité primitives, et cela en raison de la quantité d'étain ou de zinc ou de fer qu'ils contiennent ; celui, par exemple, composé de 75 de cuivre et de 25 d'étain, se fendille et se brise souvent pendant l'opération.

Les alliages chauffés et refroidis lentement présentent toujours un peu moins de dureté et de densité qu'auparavant ; mais ils ont quelquefois un peu plus de ténacité, particulièrement lorsque la pression spécifique en est considérable, et qu'ils proviennent de la base d'objets de fortes dimensions. Ceci pourrait s'expliquer en considérant ces alliages comme détrempés par la pression de la colonne du métal qu'ils supportaient, et dont le recuit a rétabli l'homogénéité, en donnant sans de mobilité aux particules de matière pour obéir aux forces qui les sollicitaient.

Il paraît que la bronze des canons contenait autrefois du zinc dont on supprima plus tard l'usage, du moins en France. C'était un mélange de bronze et de laiton. Ainsi, par exemple, les frères Kœber employaient, dit-on, pour la fabrication de leurs bouches à feu, un alliage composé de :

100 parties de cuivre,
9 d'étain,
et 6 de laiton.

M. M. Macquer et Lavoisier prétendent qu'on ajoute $2\frac{1}{2}$ à 3 pour cent de cuivre à l'étain pur qui doit être mis en œuvre comme flandrin et cassant, et qu'on le perfectionne encore en y ajoutant pour cent de zinc qui rétablit la couleur blanchâtre d'argent que l'addition de cuivre colore à l'étain.

Selon M. Berthier, les alliages de cuivre qui contiennent beaucoup de zinc ou d'étain, ne peuvent pas être essayés par le raffinage, parce que ces métaux forment des scories infusibles qui enveloppent le bouton et s'opposent à l'action de l'air ; il faut nécessairement, pour ces sortes d'alliages, avoir recours à la voie humide.

67. *Chrome — Fer — Manganèse.*

Ces trois métaux sont contenus dans une pierre tombée, le 13 juin 1819, à Jausac. Le nickel et le chrome doivent être considérés comme les deux principaux éléments caractéristiques des stérilites; le nickel se rencontre aussi toujours dans les fers métalliques. Mais M. Lœwyer conclut de l'analyse qu'il a faite de la pierre de Jausac et de plusieurs autres stérilites (entre autres celle de la pierre tombée le 22 mai 1818 à Stammer en Moravie, dans laquelle il a trouvé un demi-centième de chrome), que tout en convenant de la possibilité qu'il existe des météorites dépourvues de chrome aussi bien que de nickel, jusqu'à denouveaux essais, on doit regarder le chrome comme le caractère le plus constant des stérilites.

68. *Cuivre — Fer — Manganèse.*

M. Berthier a trouvé du cuivre et du manganèse dans une fonte blanche à grandes lames, obtenue, pendant quelques jours seulement, d'un fourneau des environs d'Allendorf, département de l'Hesse.

La quantité de cuivre qu'un accident a empêché de doser, était très-notable.

M. Berthier en conclut que le cuivre reste dans le fer et dans l'acier, et que c'est certainement lui qui en altère la qualité.

On a également trouvé ces deux métaux dans d'autres fontes encore, par exemple :

1^o Dans une fonte grise d'Allendorf (Hesse), propre à la monnaie et provenant de son acier naturel.

Cette fonte contient : $\left\{ \begin{array}{l} \text{Manganèse.} \quad 0,018 \\ \text{Cuivre} \quad \quad 0,005 \end{array} \right.$

Après que cette fonte a subi le montage, elle est blanche et brillante, et ne retient plus que 0,004 de manganèse.

2^o Dans une fonte blanche et lamelleuse d'Ebenroth, en Styrie.

Cette fonte contient : $\left\{ \begin{array}{l} \text{Manganèse.} \quad 0,011 \\ \text{Cuivre} \quad \quad 0,001 \end{array} \right.$

68. Chrome — Fer — Nickel.

Ces trois métaux se sont trouvés combinés dans un aérolithe tombé le 7 août 1823, à Nébichorough, état du Maine, en Amérique. M. Chenevix qui en a fait l'analyse, l'a trouvé composé de :

Silice	29,5
Magnésie	24,8
Soufre	18,5
Fer	14,9
Alumine	4,7
Chrome	4,0
Nickel	2,5
Perte	1,5

100,0

Une autre analyse de cet aérolithe, faite par M. Wöhler, a donné pour résultat :

Silice	29,5
Alumine	04,7
Chaux	traces
Magnésie	24,8
Chrome	4,0
Fer	14,9
Nickel	02,5
Soufre	18,5

99,5

70. Cobalt — Fer — Nickel.

Selon M. Berthier, le nickel et le cobalt s'allient très-facilement au fer, et dans toutes sortes de rapports. Les alliages ont les mêmes propriétés que le fer pur et sont plus blancs.

Le fer métallique renferme toujours du nickel et quelquefois aussi du cobalt.

M. Göttsch fut le premier qui y soupçonna la présence de ce dernier métal, et elle fut confirmée ensuite par M. Stromeyer. Ce chimiste a trouvé en effet du cobalt dans un fragment de la grosse masse de fer métallique, que l'on a

découverte déjà depuis une trentaine d'années, au cap de Bonne-Espérance, et dont MM. Van-Marum et Dankschupen ont donné une description exacte.

M. Ströthen-Trommsdorff avait prouvé, en 1806, que ce fer contenait du nickel, et il avait par là constaté son origine métallorique. M. Stromeyer n'a pu au reste découvrir, dit-on, du cobalt dans la masse de fer de Sibirie, trouvée par Pallas, ni dans celle d'Ellenhogen en Bohême.

Cependant, selon M. Berthier, cette masse de fer métallorique serait composée de :

Fer	0,500
Nickel	0,075
Cobalt	0,025

Elle renferme aussi quelques parties constantes qui contiennent du soufre, selon M. Jahn.

Deux échantillons de fer natif trouvés au Pérou, dans le désert d'Asicoma, à dix lieues du port de Callao, et qui avaient été envoyés en Angleterre par le conseil-général de ce royaume, à Buenos-Ayres, ont été analysés par MM. Altord et Turner, qui ont reconnu qu'ils contenaient :

Fer. . . .	0,93400	} 1,00553
Nickel. . .	0,06818	
Cobalt. . .	0,00325	

ou environ onze pour cent de nickel et un pour cent de cobalt.

Tout doit faire supposer, conséquemment, qu'ils ont une origine métallorique, et cependant les renseignements recueillis par M. Peruch, s'ils étaient certains, prouveraient qu'il n'en est pas ainsi. Dans quelques parties, la surface de ce fer a paru couverte d'une couche extrêmement mince d'oxide. La pesanteur spécifique des fragments les plus propres était de 6,827. Après avoir été forgés, ils atteignirent une densité de 7,558. Les deux échantillons envoyés en Angleterre avaient été séparés d'une masse qui pouvait peser trois quintaux.

Une autre masse de fer, dont l'analyse a été faite par M. Serullius, a été trouvée, le 19 septembre 1827, dans un champ, près du château de Bohumilitz, province de Prague. Elle pesait 105 livres. A l'extérieur elle était enveloppée d'une croûte épaisse d'hydrate de fer. A l'intérieur elle

est tout-à-fait métallique et ressemble à du fer ordinaire. On y remarque beaucoup de cavités ou de crevasses qui sont remplies de graphite, de pyrites et d'une substance métallique d'un blanc d'argent, grasse et friable. On y voit aussi une grande quantité de grains de pyrites magnétiques dont quelques-uns ont la grosseur d'une noisette. La matière métallique est grasse, et lorsqu'on la moule avec de l'acide nitrique, elle prend l'aspect cristallin et noir, qui est propre au fer allié de nickel. Sa pesanteur spécifique est de 7,146.

M. Berzelius, dans l'analyse qu'il a faite de cette matière métallique, a successivement employé pour dissolvant : 1^o l'acide muriatique ; 2^o un mélange de chlorate de potasse et d'acide muriatique étendu, et 3^o l'acide nitrique.

L'emploi de l'acide muriatique a donné lieu à un dégagement de gaz hydrogène fétide, semblable à celui que donne la soude, et mêlé d'hydrogène sulfuré, et il est resté un petit dépôt charbonneux noir qui répandait une mauvaise odeur.

Par le second procédé, M. Berzelius a trouvé dans la matière métallique réduite en limaille, mêlée avec un peu plus de son poids de chlorate de potasse et délayée dans l'eau, puis traitée à chaud par l'acide muriatique par petites doses à la fois :

Fer.	0,98475	} 1,0000
Nickel	0,05867	
Cobalt	0,00225	
Résidu insoluble.	0,01423	

Par le troisième procédé, l'acide nitrique, M. Berzelius a trouvé :

Fer.	0,98775	} 1,0000
Nickel	0,05812	
Cobalt	0,00212	
Résidu insoluble.	0,01200	

Le résidu insoluble a été trouvé composé de :

Fer.	0,63987	} 0,98477
Nickel	0,15008	
Phosphore . . .	0,14025	
Silice	0,05037	
Charbon	0,01422	

M. Berzelius trouve que cette matière métallique de

Brésilienne a une grande analogie avec le fer métallique. Elle a évidemment été fondue, mais on ne saurait dire si cette fusion a eu lieu originellement ou bien accidentellement après sa formation.

VI. Calcium — Fer — Potassium.

L'analyse d'un cuivre de Saline, très-remarquable par sa flexibilité et sa mollesse, a donné à M. Berthier ce résultat :

Potassium.	0,0038	} 0,0038
Calcium	0,0033	
Fer.	0,0017	

M. Berthier fait à ce sujet les observations suivantes :

Il est fort difficile d'amener le cuivre à son degré maximum de ductilité et de ténacité; comme l'opération est généralement tenue secrète, on n'en connaît pas encore bien le détail. Si c'est réellement au potassium et au calcium que ce cuivre doit ses excellentes qualités, il restera à trouver un moyen économique d'introduire dans le cuivre la petite quantité de ces métaux qui est nécessaire pendant l'opération de l'affinage.

C'est peut-être là le but que l'on atteint lorsque l'on fait subir au cuivre déjà affiné, une seconde fusion, dans des creusets fermés, avec un mélange de charbon : opération qui a été jugée nécessaire dans toutes les mines où l'on a besoin de cuivre de première qualité pour les machines, etc.

VII. Cuivre — Fer — Plomb.

On a rencontré un alliage de ces trois métaux dans un fer natif terrestre qui a été trouvé dans les mines de St.-Jean, à Grankensdorf, et que l'on conserve au cabinet minéralogique de Berlin. C'est, selon M. Karsten, le plus intéressant de tous les fers natifs terrestres. Il a donné à M. Klaproth, sur 100 parties;

82,5 de fer,
6,0 de plomb,
et 1,5 de cuivre.

100,0

M. Karsten fait à ce sujet les réflexions suivantes :

La présence du plomb dans ce fer est aussi remarquable

que l'absence du carbone. On ne peut présumer que ce dernier ait échappé aux recherches de M. Klaproth. Ce fer, qui est deux centes le fer météorique, en a le couleur et ne peut constituer un produit de l'art; par ses propriétés magnétiques il se rapproche plus du fer météorique, d'après M. Seifert, que les autres masses de fer dont l'origine est douteuse.

Un alliage de ces trois métaux se rencontre aussi dans le cuivre rouillé de Toba, en Syrie. Il y en a deux variétés, l'une d'un rouge clair, l'autre d'un rouge grisâtre foncé.

Leur composition est, selon M. Berthier :

	Cuivre rouge.	Cuivre gris.
Cuivre.	0,978.	0,938
Plomb.	0,013.	0,040
Fer.	0,003.	0,002
	1,000	1,000

73. Cuivre — Fer — Zinc.

M. Joffroy prétendait, en 1725, que le fer donne au laitron la couleur de l'or; mais les essais de Nicomann ne constatarent point ce résultat.

Selon M. Dumas, le laitron renferme quelquefois des parcelles de fer qui le rendent magnétique. Ce métal n'est pas combiné, mais seulement disséminé en petits grains. Il provient, soit de l'oxide de fer que contiennent les colonnines employées à la fabrication du laitron, soit du fer qui se trouve accidentellement dans le vieux cuivre que les fabriques de laitron consomment.

La présence du fer dans le laitron offre de graves inconvénients; elle le durcit, diminue sa tenacité et sa malléabilité; elle lui donne enfin la propriété de se couvrir de rouille quand on l'expose à l'air.

Ces trois métaux paraissent néanmoins susceptibles de se combiner ensemble.

M. Robert Fossé a pris en Angleterre, en 1832, une patente pour la fabrication d'alliages de fer, de fonte et de laitron. Il combine la fonte et le laitron en diverses proportions, suivant les qualités qu'il veut donner au composé pour l'employer à un usage déterminé. Ces alliages ternaires sont, dit-on, plus tenaces et plus durables que chacun des alliages binaires dont l'assemblage les constitue.

De quatre modes de préparation que M. Faisé donne pour se les procurer, celui qu'il indique comme le meilleur, consiste à verser la fonte et le laiton dans le moule, après les avoir fondus séparément, et à déterminer l'homogénéité du mélange liquide, on le brasse convenablement.

M. Faisé recommande l'alliage de la fonte avec 1 p. $\frac{2}{3}$ de laiton pour des objets qui, soumis à l'action d'une eau corrosive, sont exposés à se détériorer par la rouille. Cet alliage est, selon M. Karsten, plus dur que la fonte; on peut donc l'employer aussi pour des cylindres de machines à vapeur, et en général pour des parties de machines exposées à un frottement considérable. Des expériences faites sur cet objet, par M. Karsten, à Gléwitz, en Silésie, ont donné de bons résultats.

Cet auteur dit aussi que pour braser ou souder ensemble deux morceaux de fer, le cuivre peut être remplacé quelquefois, dans cet emploi, par le laiton, qui est dans d'une plus grande facilité.

Nous avons fait aussi (à une époque où les données précédentes ne nous étaient pas encore connues) plusieurs essais d'alliage avec ces trois métaux, cuivre, fer et zinc; ils nous ont paru démontrer que le zinc peut servir aussi d'intermédiaire pour effectuer la combinaison du cuivre avec le fer, mais avec moins d'efficacité que l'étain. En effet, une partie de zinc a suffi pour allier 4 parties de cuivre à 100 parties de fer de fonte.

Nous avons employé le zinc et le cuivre isolément et aussi simultanément à l'état de laiton. L'immersion de ce dernier, dans la fonte liquide, occasionne un bruit analogue à celui que fait entendre une étoffe qu'on déchire, ou de la graine qu'on fait frire. Le zinc contenu dans le laiton s'effeuille aussitôt, et il se dépose de l'oxide de zinc contre les parois du creuset dans lequel on opère.

Pour 100 de fer de fonte, la proportion de cuivre que nous avons employée a varié de 1,35 à 4; et celle du zinc, de 0,55 à 3,2.

Dans une eauille avec le laiton, sa proportion a varié de 5 à 10 pour 100 de fer de fonte; mais la dernière proportion de laiton a laissé un peu de cuivre non combiné avec le fer de fonte.

Ces alliages n'ont semblé jouir d'une plus grande ténacité que le fer de fonte seul.

Le cuivre de la plupart d'entre eux était cristallin, grené et en outre quelquefois aussi plus ou moins lamellaire; d'un gris plus ou moins noirâtre; mat.

Couleur sous le lime et sous le marteau : — blanc grisâtre et gris de fer ou d'acier; éclatant.

Le laitier employé contenait environ 3 parties de cuivre pour 4 de zinc.

M. Goussard rapporte qu'en 1780, un officier d'artillerie, nommé Bregest, proposa, comme métal à canon, un alliage composé de cuivre, de zinc et de fer. Il coula effectivement une pièce de 4 d'après son système.

Le chargement du fourneau consistait en :

1200 livres de cuivre	{ 587 kilog. 4070 }.
800 — de zinc	{ 407 kilog. 2080 }.
400 — de fer	{ 88 kilog. 2570 }.

Total. 2400 livres (1075 kilog. 9120).

Les métaux composant cet alliage avaient été fondus séparément, après quoi le zinc et le fer liquides ont été versés successivement dans le bain de cuivre.

Cette pièce de 4 tira 750 coups au trois quarts; elle se trouva alors brisée, courbée vers le talon, et le logement de la poudre chargé de 1 1/2 lignes (3 millimètres 284). Mais on reconnut que cette pièce ne contenait pas un atome de fer, et que ce métal était resté agglomé sur le pied du fourneau.

On peut, selon M. Berthier, doser le cuivre contenu dans des alliages ternaires de ce genre, par le solo arséné. Pour cela il faut dissoudre dans l'eau régale, étendre d'eau, saturer la liqueur avec de l'ammoniaque, filtrer et laver le précipité avec de l'eau ammoniacale jusqu'à ce qu'elle cesse de se colorer en bleu; alors tout le cuivre se trouve dans la dissolution. On fait bouillir cette dissolution pour en chasser l'ammoniaque en excès; on la sature d'acide muriatique ou d'acide sulfurique, et l'on en précipite le cuivre par une lame de fer.

Le Cuivre noir de Chéry et de Saint-Bel, provenant du traitement du cuivre pyriteux, est composé, selon M. Berthier, de :

Cuivre.		0,857
Fer.		0,029
Zinc.		0,006
Soufre.		0,008
		1,000

74. Cuivre — Nickel — Or.

Ces trois métaux peuvent s'allier.

Selon M. Thomson, lorsqu'en diminuant la proportion du nickel dans un alliage de ce métal avec l'or (11 parties d'or et une de nickel), on remplace le nickel par le cuivre, l'alliage devient par degré moins cassant, et sa couleur se rapproche de celle de l'or. La dilatation augmente, comme on devait s'y attendre, en proportion du cuivre introduit.

75. Cuivre — Nickel — Zinc.

Ces trois métaux peuvent se combiner en diverses proportions.

On fait depuis long-temps en Chine un très-grand usage des alliages de cuivre, de nickel et de zinc, il est hors de doute qu'on les prépare avec un minerai de cuivre nickellifère et du zinc; ces alliages portent les noms de *pak-fung*, *toutenague* et de *cuivre-blanc*. Cependant, M. Dick-Lander croit que le *toutenague* et le *cuivre-blanc* sont deux alliages différents et qu'il entre un peu de fer dans ce dernier; que le cuivre blanc n'est employé que par les Chinois et que l'exportation en est défendue, mais que le *toutenague* est un objet de commerce étendu avec les Indiens, qui l'apportent au cuivre pour faire leurs ustensiles de ménage. Il est exporté de la Chine en pièces d'environ 8 à 9 pouces (0 mètr. 21638 à 0 mètr. 24383) de long, 5 $\frac{1}{2}$ (0 mètr. 14388) de large et 3 $\frac{1}{2}$ (0 mètr. 01638) d'épaisseur. Selon M. Lander, le *toutenague* chinois est un alliage algre, grésâtre, très-pas-sant, le son en est lourd; sa cassure ressemble à celle d'un fer de mauvaise qualité. Cet alliage est si fragile qu'il est même nécessaire d'user de grandes précautions pour le charger à bord des bâtiments et l'empêcher de se briser par le choc des pièces les unes contre les autres.

M. Berzelius rapporte que M. Gahn ayant trouvé de la pyrite nickellifère dans les environs de Fahlun, le fit servir à l'établissement d'une fabrique de *pak-fung*, qui cependant ne subsista plus. M. Berzelius est porté à croire que c'est le même Gahn qui a découvert que la couleur blanche du métal malléable des Chinois est due à la présence du nickel.

Il est composé, selon M. Engeström, de :

Cuivre.	0,438
Nickel.	0,158
Zinc.	0,400

Mais le *pak-fung* ou *cuivre blanc* de la Chine est un alliage fort remarquable. Il est presque aussi blanc que l'argent et prend un superbe poli; il est malléable à froid et jusqu'à la chaleur rouge, et l'on peut le réduire en feuilles et en filatris-minces; mais il devient très-fragile à la chaleur blanche. Il est très-souple quand il a été convenablement recuit. Sa densité est d'environ 8,48.

On prépare aussi depuis quelques années, en Allemagne et également en France, des alliages de cuivre, de nickel et de zinc qui imitent ceux de la Chine. On les nomme aussi *pak-fung*, *cuivre-blanc*, *argentum*, *maillechort*, etc. Ils servent à fabriquer des cuillers, des fourchettes, des chandeliers, des éperons, des garnitures de boutons, des plaques pour gibernes et divers autres objets de quincaillerie.

Les proportions des trois métaux composant varient suivant les usages auxquels on consacre ces alliages.

M. Moury y a trouvé :

68 de cuivre, 13,5 de zinc et 19,5 de nickel.

D'autres chimistes en ont retiré :

55 de cuivre, 29,15 de zinc et 19,48 de nickel.

Voici, selon M. Gerdsorf, qui tient un dépôt de *pak-fung* à Vienne, la composition de divers *pak-fungs*.

Cuivre. Nickel.

Zinc.

Pour cuillers,

fourchettes, etc. 50 20 30

Pour garnitures de
boutons, man-
chettes, etc. 55

{ 30 d'après M. Ber-
thier.
25 d'après MM. Du-
mas et Thénard. }

{ 35 d'après M. Ber-
thier.
35 d'après MM. Du-
mas et Thénard. }

Pour objets divers. 60 30 10

M. Gerdsorf vendait, il y a quelques années, le livre de *pak-fung*, 2 florins 24 kreutzer.

Le docteur Götter de Schwanberg met dans le commerce, sous le nom d'argentum, un alliage semblable au *pak-fung*, et qu'il vend 24 fr. le quintal : on ne sait pas par quel procédé il le prépare.

M. Gahn avait établi à Fahlun une fabrique de cuivre blanc, dans laquelle il employait un minerai de cuivre nickel-ferre.

Le *pak-fung*, ou *cuivre blanc* d'Allemagne, se prépare avec le nickel que l'on extrait du spers qui provient des fabriques de bien de cobalt. Mais, selon M. Berthier, comme

Il reste toujours dans le nickel une certaine quantité d'arsenic, les alliages dans lesquels on le fait entrer sont beaucoup moins ductiles que ceux de la Chine.

Selon M. Frick, en fondant ensemble :

Cuivre. . . .	0,554	ou	0,500
Nickel. . . .	0,175		0,187
Zinc. . . .	0,291		0,315

on obtient des alliages aussi blancs que l'argent à 18 karats, plus durs et ductiles; ils perdent un peu de leur dureté par le temps; leur pesanteur spécifique est de 8,5 à 8,6; ils reviennent à 28 fr. le quintal, ils se couvrent de vert-de-gris lorsqu'on les laisse exposés à l'air avec le contact des acides, mais pas plus que l'argent à 18 karats; lorsqu'on les nettoie avec de la sanguine, ils conservent toujours leur couleur blanche. On les emploie pour fabriquer des vases, des flambeaux, des éperons, etc., et même pour des ustensiles de table.

On imite parfaitement le cuivre blanc de Suhl, en alliant ensemble :

Cuivre. . . .	0,5555	} 1,0000
Zinc. . . .	0,0555	
Nickel. . . .	0,3890	

La fabrication du pak-fung est fort simple.

Après avoir concassé le nickel en morceaux de la grosseur d'une noisette et divisé le cuivre et le zinc, on mélange ces trois métaux et on les met dans un creuset, mais en ayant soin qu'il y ait du cuivre dessus et dessous. On recouvre le tout de poussier de charbon, et on chauffe dans un fourneau à vent. Il faut remuer fréquemment le mélange pour que le nickel entre en combinaison; il faut en outre tenir l'alliage long-temps en fusion, au risque de perdre quelques centièmes de zinc.

Quand on refond les rognures et les limailles de pak-fung, il faut y ajouter 3 ou 4 centièmes de zinc pour remplacer celui qui se volatilise.

On ne peut laminer le pak-fung qu'avec de grandes précautions. Chaque fois qu'on le passe au laminoir, il faut le chauffer au rouge-carlin et le laisser refroidir complètement. Lorsqu'il se présente quelques gusures, on les fait disparaître sous le marteau.

Les feuilles passent le papier porce sur le pak-fung

comme sur l'argent. On lui donne le couleur en le trempant dans un mélange de 100 parties d'eau et de 14 parties d'acide sulfurique.

On a fait dernièrement, dans les vallées d'Anziviers et de Turtmann du Valais (Suisse), la découverte d'une mine de nickel arsenical qui se présente avec abondamment soit en veines, soit en amas. Le nickel y existe dans une assez forte proportion, qui varie de un à deux cinquièmes. Ce métal allié avec le cuivre et le zinc dans la proportion suivante :

Cuivre.	53 parties,
Nickel.	47 id.
Zinc.	30 id.

donne, dit-on, un alliage d'une belle couleur, une sorte de cuivre blanc susceptible d'être utilement employé dans les arts; il remplace avantageusement, soit les alliages dits de composition par lesquels on cherche à imiter le roiselle d'argent, soit le plaqué pour horloge, mors de chevaux, etc. Etant homogène dans sa constitution, il a l'avantage de ne pas changer de couleur et se frotte comme le plaqué par le frottement, et de conserver, quoique usé, sa valeur intrinsèque comme métal.

Des des échantillons de la mine d'Anziviers, on a trouvé aussi du cobalt avec lequel on peut préparer cette belle couleur dite bleu de Thénard (phosphate de cobalt), qui remplace le bleu d'outre-mer dans bien des cas.

76. Cuivre — Or — Plomb.

Nous avons vu à l'article de l'alliage d'or et de plomb (page 306), qu'il y a expansion lorsqu'en combine 11 parties du premier avec 1 partie du second. Or, selon M. Thomson, cette expansion augmente à mesure que la proportion du plomb diminue, lorsqu'on y supplée, celle de l'or restant la même, par une addition de cuivre; cette expansion est à son maximum, lorsque le plomb n'entre que pour 0,001 dans l'alliage.

77. Cobalt — Plomb — Silicium.

On trouve dans la nature le silicium de plomb combiné avec le séléniure de cobalt. Cette espèce de silicium double a été découverte par M. Zieslen, en 1823. Elle est accompa-

- gala de chaux carbonatée magnésienne, et elle se rencontre dans deux endroits différents :

1° A Zorge, dans des filons de minéral de fer qui traversent le schiste argileux et le diorite; 2° à Tinkrode, dans des lons métallifères. Il contient quelquefois de l'or natif et du palladium.

Ce sulfure double a le même aspect que le sulfure de plomb à l'état isolé, c'est-à-dire qu'il ressemble tellement à la galène, qu'on a peine à l'en distinguer.

Au chalumeau, dans le tube ouvert, il donne un sublimé de sélénium, et il produit la réaction du cobalt avec les flux.

Sa composition est, selon M. Berthier :

Plomb.	0,638
Cobalt.	0,072
Sélénium.	0,314
Fer.	0,004

La formule est $\text{CoSe}^2 + 6 \text{PbSe}$. — M. Zinken admet, d'après une analyse de M. Neumann, qu'il y a une autre espèce dont la formule est $\text{CoSe}^2 + 3 \text{PbSe}$. Cette espèce est d'un gris clair peu éclatant, à grains fins et à clivage triple. Elle est accompagnée de cobalt arsénical, de pyrites de fer et de apatite bréchiale.

78. Cuivre — Plomb — Sélénium.

On a trouvé dans la nature le sulfure de plomb combiné avec le sulfure de cuivre. Cette espèce de sulfure double a été découverte par M. Zinken, en 1823. Elle est accompagnée de chaux carbonatée magnésienne, et elle se rencontre dans deux endroits différents :

1° A Zorge, dans des filons de minéral de fer qui traversent le schiste argileux et le diorite; 2° à Tinkrode, dans des filons métallifères. Elle contient quelquefois de l'or natif et du palladium.

Il y a, selon M. Berthier, deux variétés de sulfure de plomb cuivreux. La première est amorphe, d'un gris de plomb plus clair que le sulfure de plomb pur, avec une faible teinte de jaune de laiton et une couleur violette superficielle. Sa pesanteur spécifique est de 7,00. — Au chalumeau, dans le matras, elle ne donne pas de sublimé; dans le tube ouvert elle donne du sélénium et de l'acide sélé-

sius. M. H. Rose analyse ce minéral en le traitant à chaud par un courant de chlore sec, qui entraîne tout le sélénium à l'état de chlorure; il précipite ensuite le sélénium à l'aide d'une dissolution de sulfite d'ammoniaque. Voici le résultat de cette analyse :

Plomb.	0,597
Cuivre.	0,079
Sélénium.	0,298
Fer.	0,007
Gangue.	0,010
	0,991

D'après cette composition, M. H. Rose pense que le cuivre y est contenu partie à l'état de sélénure CuSe , et partie à l'état de bi-sélénure CuSe_2 , quoiqu'en général il ne se perde pas de sélénium par la chaleur. Mais M. H. Rose s'est convaincu qu'on peut ajouter aux sélénures de plomb et de cuivre fondus une assez grande quantité de sélénium sans qu'il s'en sublime par la chaleur.

La seconde variété de sélénure cuivreux est d'un gris plus foncé que la première; dans la cassure, cette couleur tient le milieu entre le gris et le violet, ou elle est même tout-à-fait violette. — Ce sélénure est tendre et demi-ductile. — Sa pesanteur spécifique est de 5,80.

M. H. Rose l'a trouvé composé comme il suit :

Plomb.	0,474
Cuivre.	0,156
Sélénium.	0,342
Argent.	0,013
Gangue.	0,020

79. Cuivre — Platine — Zinc.

M. Th. Cooper a formé avec :

7 parties de platine,
16 ——— de cuivre,
et 1 ——— de zinc,

un alliage très-ductile, de même couleur que l'or, insoluble à l'air, et que l'acide nitrique ne peut dissoudre que lorsqu'il est bouillant.

On fait fondre d'abord le platine et le cuivre, en prenant

la précaution de couvrir ces métaux avec du charbon et d'ajouter un flux de borax. Lorsque le cuivre et la platine sont à l'état de fusion parfaite, on ajoute le zinc à l'état métallique et on remue le mélange.

M. Cooper a essayé aussi les proportions suivantes :

4 parties de platine,
5 de zinc
et 16 de cuivre,

qui lui ont donné un alliage bien homogène, compacte, susceptible d'un beau poli, ayant une couleur d'or passable. Il a fondu le cuivre d'abord, puis il a jeté dans le métal en fusion, le zinc et le platine enveloppés de papier et en ajoutant un peu de résine. Il tint l'alliage en fusion pendant une demi-heure, puis le coula dans une lingetière graissée.

Selon M. Bernafanti, en fondant ensemble :

16 parties de platine vierge,
7 ——— de cuivre
et 1 ——— de zinc,

et en ayant soin de recouvrir le mélange de charbon, on obtient un alliage homogène qui a la même couleur et la même densité que l'or et qui est aussi ductile.

80. Cuivre — Plomb — Zinc.

Il résulte d'observations faites par M. Chaudet, que le laiton qui est généralement formé de cuivre et de zinc, contient aussi quelquefois 0,02 à 0,03 de plomb. Il paraît même que ce métal donne au laiton des propriétés qui le font rechercher par les tourneurs sur métaux. En effet, M. Chaudet ayant eu occasion de faire l'analyse de trois échantillons de cuivre jaune, trouva que deux de ces échantillons estimés pour les ouvrages au tour, et ne convenant point pour les ouvrages au marteau, contenaient l'un 2,86, et l'autre 2,45 de plomb; que le troisième, pris pour les ouvrages au marteau, et d'un emploi difficile pour les ouvrages au tour, n'en contenait pas de traces. M. Chaudet s'est assuré, d'ailleurs, qu'en combinant avec celui-ci les quantités de plomb précédentes, il le rendait moins ductile et lui donnait toutes les qualités qu'y désirent trouver les tourneurs; le plomb donne au laiton ce qu'on appelle de la *sécheresse*, et lui enlève la défaut de gripper la lime, d'empêcher l'outil lorsqu'on

rent le couper, et de se déchirer sous son influence. Le laiton plombé se laisse fendre, scier, perforer avec netteté et précision.

Parmi les nombreuses variétés d'alliages qui sont confondus dans le commerce sous le nom de *chrysocale*, il y en a dont la composition est, selon M. Dumas, comme il suit :

Cuivre.	9,0
Zinc.	7,9
Plomb.	4,6

Ces trois métaux se trouvent dans quelques anciennes monnaies. Ainsi, une monnaie d'abbaye saxonne, pesant 25 $\frac{2}{3}$ gr., contenait 12 gr., de cuivre, 9 de zinc et 4 de plomb.

81. Cuivre — Potassium — Zinc.

M. Dumas pense qu'il est probable que l'addition d'un peu de lacte au cuivre et au zinc dont on fait le laiton destiné pour le travail au marteau, et dont la ductilité doit être très-grande, améliorerait la qualité de cet alliage, en y introduisant du potassium.

82. Etain — Fer — Mercure.

Selon M. Berthiér, on obtient un amalgame de fer et d'étain, en faisant digérer du fer étamé dans du mercure bouillant, jusqu'à ce que le fer ait perdu sa cassure, et que la masse soit devenue homogène partout. Cet amalgame est d'un blanc argentin, tenace, presque ductile, et attiré à l'aimant.

83. Etain — Fer — Plomb.

Ces trois métaux se trouvent combinés dans divers produits chimiques, au fer à réverbère, avec le minerai d'étain de *Piriar*.

Voici le résultat de l'analyse faite par M. Berthiér :

1 ^{re} . Etain le plus pur, produit au commencement de la liquation; d'un beau blanc et très-malléable.	{	Etain . . .	0,993
		Fer. . . .	trace.
		Plomb. . .	0,008
			0,997

2^o. Etain provenant de la fin de la liquation, et qu'on

n'a pu faire écarter qu'en augmentant beaucoup la chaleur; d'un blanc-grisâtre; très-dur, susceptible d'être laminé, mais peu flexible, et se gérant facilement; très-magnétique.

Étain.	0,750
Fer.	0,145
Plomb.	0,009

0,904

3^o. Étain provenant de la fusion au fourneau à manche des résidus de la liquation; gris, dur et peu flexible; très-magnétique.

Étain.	0,950
Fer.	0,012
Plomb.	0,050

0,992

4^o. Alliage qui reste sur le sole du four à réverbères après la liquation. Il contient à peu près 2 atomes d'étain pour 1 atome de fer.

Étain.	0,835
Fer.	0,165
Plomb.	0,005

0,995

54. Étain — Fer — Tungstène.

Quand on traite au fourneau à réverbère les minerais d'étain de Saint-Amand, en Cornouailles, il reste sur le sole une petite quantité de scories qui sont compactes, à cassure unie, raboteuse et légèrement cristalline, et d'un noir bruniture un peu métallique. Les plus riches donnent à l'essai 0,45 d'alliage de fer et d'étain, et les plus pauvres 0,31.

Mais M. Barthier rapporte qu'un de ces alliages a été trouvé composé de :

Fer	0,50	} 1,000
Étain.	0,42	
Tungstène, etc.	0,08	

Ces trois métaux paraissent donc pouvoir se combiner ensemble.

On traite aussi une combinaison de ces trois métaux dans divers produits obtenus avec les minerais d'étain d'Altenberg, en Saxe. Voici le résultat de l'analyse de deux de ces produits, faite par M. Barthier.

1^o Étain qui reste sur la sole du fourneau de liquation. Il est acroiforme, cristallin et oxide à la surface, mais d'un blanc pur à l'intérieur. Composition :

Étain	0,694
Fer	0,253
Tungstène	0,010
Charbon et scorie .	0,043
	1,000

2^o Loupe qu'on trouve autour du bassin de réception intérieure des fourneaux à manche d'Altenberg, après chaque fondage. Ils ont l'aspect d'une fonte grise, et ils sont si fragiles qu'on peut les réduire en poudre impalpable. Composition :

Étain	0,714
Fer	0,436
Tungstène	0,014
Charbon et scorie .	0,024
	0,980

83. Étain — Mercure — Zinc.

Ces trois métaux peuvent s'allier en diverses proportions. Selon M. Thénard,

2 parties de mercure,
1 — de zinc
et 1 — d'étain,

forment un alliage extrêmement fragile, décomposable par la chaleur, de telle manière que le mercure se volatilise, et que le zinc reste allié à l'étain, s'oxide lentement par le gaz oxygène humide à la température ordinaire, absorbe facilement ce gaz à l'aide de la chaleur, et se transforme en oxyde de zinc et d'étain et en mercure.

Cet alliage est employé pour frotter les conducteurs des machines électriques; il est même réputé le meilleur pour cet usage. Voici, d'après M. Dumas, comment on doit s'y pren-

dre pour le former. On fond ensemble l'étain et le zinc, et avant que ces métaux ne se figent, on y ajoute le mercure par portions; on pulvérise l'alliage encore éboulé, jusqu'à ce qu'il soit réduit en une poussière très-fine et noire. Pour s'en servir on utilise au peu les conseils de la machine électrique, et on les saupoudre bien également de cet amalgame pulvérisé.

M. Mackenzie indique les proportions et le procédé suivants pour la préparation de cet alliage.

Fondez ensemble deux parties de zinc et une d'étain; quand le mélange est en fusion, versez-le dans un creuset froid, contenant cinq parties de mercure, et la combinaison des trois métaux s'effectuera.

88. Étain — Plomb — Zinc.

Ces trois métaux peuvent se combiner en diverses proportions.

M. Berthier les a trouvés dans du plomb de la Chine, provenant d'une feuille qui doublait une boîte à thé.

Ce plomb est très-flexible et très-mou. L'acide muriatique concentré et bouillant l'attaque d'abord assez facilement; mais lorsqu'il s'en est dissous un peu plus du quart, l'action subséquente de l'acide devient très-faible, sans doute parce que le plomb domine alors à la surface: celle-ci reste d'ailleurs unie et lisse comme avant l'action de l'acide.

L'analyse de ce plomb, faite par M. Berthier, a donné pour résultat :

Plomb. . .	0,881
Zinc . . .	0,065
Étain . . .	0,104

M. Pope s'est fait donner en Angleterre, en 1823, un brevet pour la fabrication d'un alliage ternaire composé de :

Plomb. . .	1 partie,
Zinc . . .	3 parties,
Étain . . .	1 partie.

Il en forme des plaques minces propres à couvrir les vaisseaux, les toits de maisons et en général toutes les surfaces sujettes à éprouver l'action destructive de l'eau de mer ou de l'air atmosphérique.

La préparation de cet alliage n'offre rien de remarquable,

et M. Pope ne définit pas suffisamment les avantages qui doivent faire préférer cet alliage au zinc pur.

87. Fer — Iridium — Osmium.

Il résulte des essais de MM. Stodart et Faraday, que le fer est, comme l'acier, susceptible de s'allier avec l'iridium et l'osmium. Mais c'est un fait remarquable que, lorsqu'on emploie du fer au lieu de l'acier, les alliages sont beaucoup moins sujets à l'oxydation. Trois pour cent d'iridium et d'osmium fondus avec du fer par ont donné un bouton que l'on expose, après l'avoir forgé et poli, avec d'autres morceaux de fer, d'acier et d'autres alliages, dans une atmosphère humide, et il fut, de tous, le dernier à mourir de la rouille. Sa couleur étoit distinctement bleue, et il avoit la propriété de devenir plus dur par le temps. En observant ce caractère, MM. Stodart et Faraday y soupçonnèrent la présence du carbone; mais, malgré les plus grands soins, il ne leur fut pas possible d'en découvrir. Il n'est point improbable qu'il y ait d'autres corps, outre le charbon, qui puissent donner au fer les propriétés de l'acier.

M. Karsien, en mentionnant ces résultats, fait observer que le silicium donne aussi au fer la même propriété.

88. Fer — Mercure — Potassium.

Selon M. Berzelius, si l'on plonge du fer bien décapé dans un amalgame de potassium, la surface du fer s'amalgame très-fortement, et l'amalgame y reste adhérent tant qu'il contient du potassium; mais lorsqu'on le plonge dans l'eau qui enlève le métal alcalin, le mercure se sépare, et la surface du fer reprend tout aussi polie qu'auparavant.

89. Fer — Manganèse — Tungstène.

Selon M. Berthier, le wolfram très-fortement chauffé au creuset brisé dans un alliage composé de :

Fer.	0,164	3 lb.
Manganèse . . .	0,058	1 id.
Tungstène. . . .	0,776	4 id.

qui seige, pour se fondre, la plus haute température des fourneaux.

Il ressemble à une fonte blanche : il est lamelleux, dur et cassant.

Avec 14 parties de wolfram et 9,50 p. de battitures de fer, on a un alliage composé de :

Fer	0,454	13 id.
Manganèse. . . .	0,035	1 id.
Tungstène. . . .	0,554	4 id.

Cet alliage est complètement fusible, gris de platine, le meilleur, dur et cassant.

90. Fer — Mercure — Zinc.

On peut, dit-on, obtenir un amalgame de fer et de zinc, par le procédé suivant :

On prépare un amalgame à parties égales de zinc et de mercure, on le brase avec le moitié de son poids de limaille de fer pur; on ajoute un mélange, au bout de quelque temps, de deutocloration de fer pour extraire du zinc; le masse est triturée plusieurs fois de suite avec des doses nouvelles de deutocloration de fer; après quoi on la tasse dans un creuset, on la couvre de suif et on la chauffe jusqu'à ce que le suif soit transformé en charbon.

L'amalgame est dur comme de l'antimoine et à cassure grasse; il ne se rouille point et n'exerce aucune action sur l'aimant.

91. Fer — Or — Platine.

Selon M. Leonhardt, avec 6 parties de platine, 3 de fer et 1 d'or, on obtient un mélange métallique susceptible de prendre le plus beau poli; insatiable par les alcalis, les acides et les vapeurs sulfurées, et qui est par conséquent d'un usage particulièrement avantageux dans la fabrication des miroirs métalliques et des télescopes.

92. Fer — Or — Tellure.

Cette combinaison se rencontre dans un minéral qu'on nomme tellure natif, parce qu'il est le plus riche en tellure; mais il est aussi le plus rare : il contient sur 100, d'après M. Klaproth, 92,50 de tellure; 7,25 de fer; 0,25 d'or.

93. Fer — Plomb — Zinc.

D'après les observations de M. Berthier, on rencontre cet alliage ternaire dans les produits de la fabrication de zinc de M. Mousmann, à Lüttz.

Le zinc provenant de cette usine est, selon M. Berthier, le meilleur de tous ceux que l'on connaît dans le commerce; aussi celui qui est de premier choix ne contient-il d'autres matières étrangères qu'un peu de fer et une trace de plomb. Cependant, à Liège même on obtient du zinc de seconde qualité qui est de même nature que celui d'Islebaux, et qui contient jusqu'à 0,0040 de fer et 0,0040 de plomb. On a remarqué que le zinc de cette qualité jouit de la singulière propriété de s'évaporer à une certaine température et de devenir parfaitement liquide à une température un peu plus basse.

Voici, d'après M. Berthier, dans quelles circonstances on obtient ces zincs de qualités diverses. Pour recevoir le métal qui est amené à l'état de vapeur par suite de la réduction du minerai au moyen du charbon, on adapte deux tuyaux de condensation à chaque tuyau distillatoire. Le premier tuyau est en fonte, le zinc qui s'y condense est en masses granuleuses; le second tuyau est en tôle forte, et s'ajuste à frottement au précédent; le dépôt qui s'y forme est grisâtre; on le détache en frappant simplement le tuyau. La majeure partie du zinc se condense dans le tuyau de fonte, et ce zinc est de première qualité. Quand ce zinc pulvérisé qu'on recueille dans le tuyau antérieur, comme il est mélangé de beaucoup d'oxyde, on est obligé de le purifier par distillation. Cette distillation se fait de la même manière que celle du minerai, mais sans addition de charbon, parce que ce combustible réduirait l'oxyde mélangé avec une telle rapidité que le développement de chaleur qui en serait la suite occasionnerait infailliblement la rupture ou la fusion des tuyaux de terre. Il résulte de cette distillation, du zinc fondu, qui est de seconde qualité, et de nouvelles poussières qui renferment jusqu'à 0,010 de plomb. Ce métal est évidemment entraîné par volatilisation, et ce qui est singulier, c'est que, quoiqu'il soit beaucoup moins volatil que le zinc, il s'accumule dans la partie qui se condense dans le tuyau antérieur, tandis que le zinc à demi-fondu, qui se dépose dans le tuyau immédiatement adapté au vase distillatoire, n'en contient presque pas.

94. Iridium — Osmium — Plomb.

M. Berthier s'est assuré, contre l'opinion de quelques chimistes, qu'en ne pouvait unir l'osmium d'iridium au

plomb; à la vérité les grains d'amalgame d'iridium se trouvent engagés dans le plomb fondu, comme à la température ordinaire l'argent et le cuivre s'introduisent dans le mercure, lorsqu'ils sont amalgamés à la surface; mais quand on dissout le calet métallique dans un acide, les grains d'amalgame reparessent avec leurs propriétés primitives. Il semble que ce soit ainsi qu'existent l'amalgame et l'iridium dans les grains de minerai de platine.

85. Mercure — Or — Potassium.

Selon M. Thénard, on obtiendrait un alliage triple de ces métaux en chauffant convenablement l'amalgame d'or avec le potassium. Cet alliage triple serait facilement décomposé par une chaleur suffisante, et il en résulterait très-probablement un alliage binaire d'or et de potassium.

86. Mercure — Or — Rhodium.

On prétend que le rhodium pur qu'il a été impossible jusqu'ici d'amalgamer avec le mercure, se combine très-facilement avec ce métal, par l'intermédiaire de l'or.

87. Mercure — Palladium — Potassium.

Selon M. Thénard, on obtiendrait un alliage triple de ces métaux en chauffant convenablement l'amalgame de palladium avec le potassium. Cet alliage triple serait facilement décomposé par une chaleur suffisante et il en résulterait très-probablement un alliage binaire de palladium et de potassium.

88. Mercure — Platine — Potassium.

Selon M. Thénard, on obtiendrait un alliage triple de ces métaux en chauffant convenablement l'amalgame de platine avec le potassium. Cet alliage triple serait facilement décomposé par une chaleur suffisante, et il en résulterait un alliage binaire de platine et de potassium.

89. Mercure — Plomb — Sélénium.

M. de Zéchen a découvert à Haris le sélénure de mercure combiné avec le sélénure de plomb. Ce sélénure de plomb mercuré est, selon M. Berthier, d'un gris de plomb passant au gris de fer, quelquefois irisé à la surface. Il

est lamellaire, et il présente un clivage oblique mais presque rectangulaire. Sa pesanteur spécifique est de 7,30. — Au chalumeau il donne un sublimé cristallin de sélénure de mercure, et lorsque ce sélénure s'y trouve en proportion considérable, le métal entre en ébullition; si l'on y ajoute du carbonate de soude ou de l'eau, il se volatilise du mercure. Dans le tube ouvert il produit un sublimé de sélénite de mercure en petites lentilles qui ont le même aspect que l'acide de tellure.

Les échantillons de ce sélénure double qui ont été analysés par M. M. Rose, étaient composés de 1 atome de sélénure de mercure et 2 atomes de sélénure de plomb; mais il paraît que les deux sélénures se combinent en toutes proportions à la manière des corps isomorphes.

Voici d'ailleurs les résultats de deux analyses faites par M. M. Rose, de ce composé :

Plomb.	0,558	0,273
Argent.	0,169	0,447
Sélénium.	0,250	0,280
	0,977	1,000

100. Or — Plomb — Tellure.

On trouve à Nagyag, dans les mines d'or de la Transylvanie et ailleurs, le tellure de plomb combiné avec le tellure d'or.

101. Or — Tellure — Sélénium.

Cette combinaison paraît exister en Transylvanie, dans quelques minerais d'or.

ALLIAGES QUATERNAIRES.



1. Antimoine — Argent — Arsenic — Fer.

On a trouvé ces quatre métaux dans un minéral d'Andreasberg, qui, d'après l'analyse que M. Staprecht en a faite, est composé de :

Argent.	0,1275	}	0,9610
Arsenic.	0,3500		
Fer.	0,4435		
Antimoine.	0,0400		

Plusieurs minéralogistes le considèrent comme une espèce d'arsénure d'argent; mais M. Berthier le regarde plutôt comme un mélange d'arsénure de fer et d'antimoine d'argent.

Ce minéral est d'un blanc d'étain, lamelleux, tendre et fragile; il cristallise en prismes et en pyramides hexaèdres. — On en a trouvé de semblable à Guadalcanal, en Espagne.

2. Acier. — Antimoine. — Bismuth. — Etain.

Selon M. Cadet, parties égales d'antimoine, de bismuth et d'acier, et deux fois autant d'étain, forment une masse couleur d'argent, mais algre.

3. Acier — Antimoine — Cuivre — Etain.

Nous avons fait un essai d'alliage avec ces quatre métaux employés dans les proportions suivantes :

Acier.	50
Cuivre.	100
Etain.	2
Antimoine.	2

Nous avons d'abord fait rougir l'acier seul dans le creuset, puis nous y avons ajouté l'étain et l'antimoine; une demi-heure après le tout était fondu, et nous avons introduit le

cuivre : il se fondit promptement, et au bout d'un quart-d'heure nous avons coulé un lingot qui a présenté les caractères suivants :

Cassure raboteuse, grenue; jaune de cuivre-clair ou jaune d'or; mate.

Couleur sous le lima : — jaune de couleur clair; éclatante.

Couleur sous la meule : — comme la cassure; même éclatante que sous le lima.

Ce lingot étoit assez cassant.

4. Antimoine — Argent — Cuivre — Étain.

Ces quatre métaux peuvent se combiner, et M. Berdan conseille l'alliage suivant, pour la confection de miroirs métalliques, savoir :

3 parties de cuivre,	
1 — d'argent,	
1 — d'étain,	
$\frac{1}{16}$ — d'antimoine.	



5. Argent — Arsenic — Cuivre — Étain.

M. de Séverac indique l'alliage suivant de ces quatre métaux comme pouvant servir avec avantage à la confection des miroirs métalliques :

Cuivre.		32 parties.
Étain .		50 —
Argent.		1 —
Argent.		1 —
Arsenic.		1 —

6. Antimoine — Arsenic — Cobalt — Nickel.

Ces métaux se rencontrent dans le minéral connu sous le nom de nickel arsenical d'Allemont. Il est d'un jaune rougeâtre, s'approchant du rouge de cuivre, mais plus pâle; il a l'éclat métallique ainsi que sa poussière; sa cassure est unie ou couverte de petites aspérités et peu éclatante; son éclat se ternit assez promptement à l'air; il est fragile et on le réduit aisément en poudre. Sa pesanteur spécifique est de 7,29. — Il donne une odeur d'ail par le choc du briquet. Lorsqu'on l'expose au feu du chalumeau, il répand une

faible blanche arsenicale très-épaisse; il est très-fusible et se liquéfie un peu au-dessus de la chaleur rouge.

M. Berthier a fait l'analyse de ce minéral: il est essentiellement composé d'arséniate de nickel, mais il renferme une petite quantité d'arséniate de cobalt et de sulfure d'antimoine.

7. Antimoine — Argent — Cuivre — Potassium.

M. Strahlss a fait entrer du cuivre et de l'argent dans un alliage d'antimoine et de potassium.

8. Acier — Antimoine — Etain — Zinc.

Selon MM. Macquer et Leunhardt :

1 partie d'acier,
2 — d'antimoine,
3 — de zinc
et 15 — d'étain,

forment une composition métallique blanche, dure, pouvant être utilisée pour la confection de boucles, de boutons, de garnitures et d'autres ouvrages de fonderie.

9. Antimoine — Argent — Fer — Plomb.

Les sulfures d'argent plombeux, *Wolgastigerz*, argent blanc, provenant d'Himmelfurt en Saxe, contiennent ces quatre métaux. Ces sulfures, selon M. Berthier, sont tantôt d'un gris clair et tantôt d'un gris de plomb et mat, tendres et se laissant couper au couteau, mais fragiles. Leur cassure est inégale, grenue ou fibreuse. Leur pesanteur spécifique est de 5,58 environ. Ils sont presque toujours accompagnés de galène. Deux variétés ont donné à l'analyse :

	gris clair.	gris de plomb.
Argent. . . .	0,3040.	0,0693
Plomb. . . .	0,4806.	0,4100
Antimoine. . .	0,0783.	0,2150
Fer.	0,0223.	0,0173
Soufre. . . .	0,1223.	0,2200
Gangue. . . .	0,0783.	0,0173
	0,9859	0,9735

10. Antimoine — Bismuth — Cuivre — Étain.

Ces quatre métaux peuvent s'allier.

Le plus beau pector des Anglais (l'étain avec lequel on fabrique les vases pour boire), est composé, à ce qu'on assure, de :

100 parties d'étain,
8 d'antimoine,
1 de bismuth
et 4 de cuivre.

Quand elle ne contient point de plomb, cette composition conserve très-bien son éclat.

M. Macbride indique aussi cette composition comme formant un très-beau métal qui ressemble à l'argent.

11. Argent — Bismuth — Cuivre — Fer.

Ces quatre métaux se trouvent dans le cuivre noir provenant du minerai de cuivre marne-bitumineux de Monafid.

Ce cuivre, d'après l'analyse de M. Berthier, est composé de :

Cuivre.		0,955
Fer.		0,055
Bismuth.		0,004
Argent.		0,003

Il est d'un rouge terne, et sensiblement magnétique. Mais le fer est dans ce cuivre noir, pour la plus grande partie, à l'état métallique, et mélangé mécaniquement.

Ces métaux se rencontrent aussi quelquefois, plus du soufre, dans le sulfure de bismuth de Betsbasia.

Un échantillon de ce minéral, analysé par M. Wockrie, a donné :

Bismuth.		0,7500
Soufre.		0,1550
Argent.		0,0190
Cuivre.		0,0082
Fer.		0,0054
Quartz.		0,0060

0,9376

12. Antimoine — Bismuth — Étain — Plomb.

Selon M. Mackenais, en fondant ensemble :

2 parties d'étain,	
- 1 — de bismuth,	
- 1 — d'antimoine,	
et 1 — de plomb	

on obtient un excellent alliage connu, en Angleterre, métal de la Reine; on en fait des théières qui imitent l'argent et qui retiennent leur brillant pendant de longues années.

13. Arsenic — Cobalt — Cuivre — Fer.

La nature nous offre un mélange de ces quatre métaux, 1^o dans le cobalt gris de Bakumö en Suède. Il est mêlé de mispickel et associé à du cuivre pyriteux et à des pyrites de fer. On voit souvent dans la masse des cristaux de cobalt gris pur.

Ce minéral est composé, selon M. Berthier, de :

Cobalt.	0,185
Cuivre.	0,007
Fer.	0,165
Arsenic.	0,450
Soufre.	0,191

0,998

2^o Dans le cobalt oriental, ou *spinel cobalt gris* de la mine de Schwarzwart, près Schneeberg, en Saxe. C'est, selon M. Hofmann, l'arséniate (C, F, N) Aⁿ, mêlé de sulfure de cuivre et d'une petite quantité de proto-sulfure de fer. Il est analogue au *spinel-cobalt blanc* de Ringsdorf, dans lequel M. Stromeyer a trouvé :

Arsenic.	0,742	} 0,890
Fer.	0,054	
Cobalt.	0,263	
Cuivre.	0,008	
Soufre.	0,009	

3^o Dans un minéral de cobalt des mines de Skuterud en Norvège. Il se distingue par un éclat d'argent très-prononcé; sa densité est de 6,78. Sa composition est la suivante, selon M. Th. Scherer :

Argent.	0,7784	} 1,0005
Cobalt.	0,2001	
Fer.	0,0151	
Cuivre.	trace.	
Soufre.	0,0069	

qui donne la formule :

5 at. arsenic. . . .	0,7936	} 1,000
1 cobalt.	0,2074	

M. Schurer propose de donner à ce métal le nom de *arsenic kobalt bleu*, à cause de la grande quantité d'arsenic qu'il renferme.

14. Argent — Cuivre — Étain — Or.

Un grand nombre de médailles romaines ont été trouvées dans les fouilles pratiquées, à cet effet, près du village de Fomara (*Fomum Martii*), situé à une lieue de Valenciennes. M. Feneulle a fait l'analyse de trois de ces médailles et a reconnu qu'elles étaient composées de ces quatre métaux, dans diverses proportions.

Dans les uns, l'argent était le métal prédominant, dans les autres c'était le cuivre; l'étain et l'or n'y entraient qu'en très-petites proportions comparativement à celle des deux premiers métaux.

L'or se trouvait sous forme à la surface des bronzes provenant des statues dont on s'est servi pour faire les monnaies.

Il est à croire que l'étain est dû à ce qu'on a employé un cuivre impur; ou plutôt que des fragments de bronze ont été mêlés à du cuivre et fondus avec de l'argent.

Voici la méthode dont M. Feneulle s'est servi pour faire l'analyse de ces médailles.

On a commencé à traiter la pièce par l'acide nitrique concentré; la dissolution a été éraparée jusqu'à siccité, délayée dans l'eau distillée et jetée sur un filtre, sur lequel on a séparé en général une matière d'un pourpre plus ou moins foncé.

La dissolution nitrique a été précipitée par l'acide hydrochlorique; du poids du chlorure d'argent fondus, on a déduit la proportion d'argent.

Le cuivre a été obtenu en changeant la dissolution nitrique en sulfate acide, et on a recueilli ce métal en faisant bouillir la liqueur avec une lame de fer.

Pour déterminer la nature de la matière pourpre, on l'a calcinée en rouge dans un creuset de platine. Traitée à chaud par l'acide hydrochlorique concentré, celui-ci dissolvait une portion d'étain, qu'on rendit sensible soit par l'hydrogène sulfuré qui y formait un précipité blanc, soit par le chlorure d'or qui donnait lieu à du pourpre.

Le résidu insoluble, dans l'acide hydrochlorique, s'est dissout en partie dans l'eau régale, à l'exception d'une petite quantité de peroxyde d'étain, que l'on a reconnu en le soufflant à la flamme intérieure du chalumeau sur un charbon avec un peu de soude; il formait un globe métallique.

La deuxième dissolution, privée de son excès d'acide par l'évaporation, a donné, avec le proto-sulfate de fer, le nitrate de mercure, le proto-chlorure d'étain, des preuves non équivoques de la présence de l'or.

Dans ces monnaies, excepté deux dans lesquelles le précipité insoluble dans l'acide nitrique était de l'or pur, les autres dépôts ont été considérés comme du peroxyde d'étain; en effet, la quantité d'or qu'ils renfermaient était peu considérable; en définitive l'analyse, on a fait le part du métal.

Dans les médailles où l'argent prédominait, la proportion du cuivre a varié depuis 9,20 jusqu'à 47,906 pour cent d'argent.

Les monnaies d'or de Créus, roi de Lydie, se composaient aussi d'un alliage de ces quatre métaux, argent — cuivre — étain et or. Ces monnaies étaient très-pêles.

Quelques-unes de ces vieilles monnaies indiennes qu'on a apportées de Calcutta, renferment, dit-on, un alliage à proportions inconnues de ces mêmes quatre métaux, et on les croit aussi anciennes que le royaume d'Éléphant.

Dans celles au contraire où le cuivre prédominait, la proportion de ce métal a varié depuis 127,122 jusqu'à 240,75 pour cent d'argent.

15. Antimoine — Cuivre — Etain — Plomb.

Parties égales de cuivre, d'étain et d'antimoine et cinq fois autant de plomb, formant, selon M. Goussin, une bonne composition pour métaux métalliques.

16. Argent — Cuivre — Etain — Plomb.

Il paraît que ces quatre métaux sont susceptibles de se

combinaison entre eux, car on les a retrouvés dans quelques monnaies antiques. Ainsi, par exemple, une pièce frappée par les Saxons, et pesant 28 grains $\frac{2}{3}$, contenait 12 grains de cuivre, 9 d'étain et 4 de plomb, le reste en argent.

17. Arsenic — Cuivre — Etain — Plomb.

Selon M. Thénard, on construit des miroirs de télescopes avec un alliage quadruple de ces métaux, qui semble avoir des avantages sur celui qui n'est formé que de cuivre et d'étain.

18. Acier — Cuivre — Etain — Zinc.

Nous avons fait un essai d'alliage avec ces quatre métaux, dans les proportions suivantes :

Cuivre.	100
Acier.	10
Zinc.	5,22
Etain.	5

Nous avons d'abord fait fondre ensemble l'acier et l'étain, puis nous avons ajouté le cuivre et enfin le zinc.

Le lingot coulé avec cet alliage a présenté les caractères suivants :

Cassure raboteuse ; grasse ; jaune d'or ; mate.

Couleur sous la lime : — jaune d'or ; éclatante.

Couleur sous la meule : — jaune d'or plus foncé ; moins éclatante que sous la lime.

Ce lingot s'est montré plus tenace qu'un lingot de même dimension coulé avec du bronze ordinaire pour bouches à feu, composé de 100 de cuivre et 11 d'étain.

Le premier lingot commençait à agir à une distance de 60,020 sur l'aiguille aimantée.

19. Antimoine — Cuivre — Etain — Zinc.

Selon M. Rémusat, on obtient un alliage propre à la construction des miroirs métalliques, en combinant ces quatre métaux dans les proportions suivantes :

Etain.	4 parties
Cuivre.	3 id.
Antimoine.	$\frac{1}{4}$ id.
Zinc.	$\frac{3}{4}$ id.

20. Arsenic — Cuivre — Étain — Zinc.

M. FA. Cooper est parvenu; dit-on, à faire un alliage pour miroir, très-beau et d'un blanc argenté tirant un peu sur le bleu, très-dense, friable et susceptible d'un beau poli, en employant ces quatre métaux dans les proportions suivantes :

Cuivre.	550 grammes.
Étain	165 id.
Zinc.	20 id.
Arsenic.	40 id.

La pesanteur spécifique de cet alliage était de 9, 4.

M. Létitè recommande, pour la même usage, les métaux, le procédé et les proportions ci-après :

52 parties de cuivre en barre de la meilleure qualité,
4 id. de laiton de branche d'épingles,
16 $\frac{1}{2}$ id. d'étain,
1 $\frac{1}{4}$ id. d'arsenic.

Il fait fondre d'abord le laiton et y ajoute environ un poids égal d'étain. Lorsque ce mélange est froid, il le met dans le cuivre préalablement fondue avec du flux noir; il ajoute ensuite le reste du cuivre et enfin l'arsenic. Il granule ce mélange, on le variant dans de l'eau froide, et il le fait fondre une seconde fois pour le mouler.

M. Edwards assure que du cuivre d'espèces diverses exige des doses différentes d'étain, pour donner à cet alliage la blancheur la plus parfaite. Si la dose d'étain est trop petite, défaut auquel on apporte le plus facilement remède, la composition sera jaunâtre; si la proportion d'étain est trop grande, la composition sera d'un gris bien et d'un aspect mat.

21. Arsenic — Cobalt — Fer — Nickel.

La nature nous offre une combinaison de ces quatre métaux, dans le cobalt arsenical de Schuchberg, en Saxe. Il est composé, selon M. Berthier, de :

Cobalt	0,050
Nickel	0,008
Fer	0,048
Arsenic	0,810
	1,000

Ce minéral est d'un gris-blanc éclatant, présentant des indices de cristallisation en cubes et en dodécèdres, à cassure grasse. Il contient un peu plus d'arsenic qu'il n'en faut pour amener les trois métaux qu'il renferme à l'état de trisulfures.

Ces quatre métaux se rencontrent ainsi : 1^o dans l'arsénifère de nickel de Sladning. C'est, selon M. Berthier, l'arsénifère dont la formule est $(N, C, F) A^2$ mêlé de 0,1338 de pyrite de fer.

Il est composé, d'après l'analyse de M. Dufrenoy :

Nickel	0,154
Cobalt	0,050
Fer	0,133
Arsenic	0,604
Soufre	0,038
	0,975

2^o Dans le cobalt arsénifère du Piémont, qui est formé de :

Cobalt	0,036
Nickel	0,084
Fer	0,055
Arsenic	0,728
Soufre	0,008
Gangue	0,012
	0,924

Ce minéral est d'un gris-clair, éclatant, confusément cristallin et enveloppé d'oxide de fer qu'on peut en séparer au moyen de l'acide muriatique.

C'est, selon M. Berthier, un arsénifère triple qui contient un peu plus de 2 atomes d'arsenic pour 1 atome de cobalt, de nickel et de fer.

3^o Dans un cobalt gris d'une localité inconnue, conservé dans la collection de l'école des mines. Ce minéral est remarquable par la grande proportion de nickel qu'il renferme : ce doit être, selon M. Berthier, un mélange de cobalt gris, de mispickel et de kampfnickel. Voici le résultat de l'analyse qui en a été faite :

Cobalt.	0,144
Nickel	0,104
Fer.	0,038
Arsenic	0,467
Soufre	0,148
Gangue.	0,090

0,982

4° Dans le *kupfërnickel* de *Zwickau*, en Hongrie. Il est accompagné de carbonate de chaux dont il est facile de le débarrasser par le lavage; sa nuance rouge est pâle, puisqu'il est mélangé de *mispickel*.

Il est composé, selon M. Berthier, de :

Nickel.	0,306
Cobalt.	0,022
Fer.	0,038
Arsenic.	0,510
Soufre	0,042
Gangue	0,004

0,910

5° Dans l'*arsenic sulfure de nickel* ou *nickel gris de Loos*, en Helsingland. Il est mêlé de *mispickel*, et d'après l'analyse de M. Berzelius, il est composé de :

Nickel.	0,399
Cobalt.	0,009
Fer.	0,041
Arsenic	0,454
Soufre	0,103
Gangue	0,000

1,005

6° Dans le *nickel gris d'Amélieux*, près de Tencen Hartz. Il contient de l'arsénure de nickel en excès, et sa composition est, selon M. Magnus :

Nickel	0,300
Cobalt	0,006
Fer	0,052
Arsenic	0,536
Soufre.	0,110

0,985

7^e Dans un minéral des mines de cobalt de Eingsladorf (Hesse), qui ressemble beaucoup au nickel arsenical de Schneeberg, mais dont la composition est un peu différente. Le voici, d'après l'analyse faite par M. Scott, de New-York :

Nickel	0,2074	} 1,000
Cobalt	0,0337	
Fer.	0,0025	
Arsenic	0,7564	

Il renferme par conséquent 2 et. d'arsenic pour 1 et. de nickel, de cobalt et de fer; car la proportion rigoureuse d'arsenic, calculée d'après cette composition, avait de 0,7043 au lieu de 0,7564.

La couleur de ce minéral est le blanc d'étain tirant au gris-blancâtre, sa cassure est grenue; au chalumeau, il se fond aisément en exhalant une grande fumée arsenicale; le grain métallique fond avec du borax, après avoir été grillé, donne un vert bien de cobalt qui s'enveloppe un bouton métallique plus petit, et si l'on fond celui-ci avec du sel de phosphore, il présente la réaction du nickel, c'est-à-dire qu'il produit un verre transparent, brun d'oeillet à la flamme intérieure, et opaque et brun à la flamme extérieure.

22. Arsenic — Cobalt — Fer — Plomb.

Ces quatre métaux se rencontrent dans l'arsénature de plomb, qui n'a encore été trouvée que dans la mine de Glenshal et Haris. — Il est, selon M. Berthier, d'un gris de plomb blancâtre, à cassure grenue; sa pesanteur spécifique est de 8,444.

Il contient, selon M. Dumas :

Plomb	629	} 930
Arsenic.	725	
Fer	21	
Soufre	5	
Cobalt	9	
Pyrite arsenicale.	41	

M. Berthier en conclut que ce minéral doit être l'arsénature de plomb PBAS qui renferme 0,267 d'arsenic et 0,133 de plomb.

25. Argent — Cuivre — Fer — Or.

Ces quatre métaux se rencontrent dans plusieurs variétés d'or natif de Sibirie et de Transylvanie.

M. G. Rose a soumis à l'analyse la plupart de ces variétés. Voici ses principaux résultats :

	Or.	Argent.	Cuivre.	Fer et Gangue.
Or de Schatounich, fondé à la monnaie de Katharinembourg.	0,950	0,048	0,002	} 1,000
Or du sable de Bernschka; sa pesanteur spécifique est de 17,06.	0,944	0,052	0,004	
Or de Silmidjounich, fondé à la monnaie de Katharinembourg.	0,935	0,064	0,001	} 1,000
Or des sables de Perros Poulouk, fondé à Katharinembourg.	0,936	0,071	0,003	
Or de Kulinski, fondé à la monnaie de Katharinembourg.	0,919	0,080	0,001	} 1,000
Or d'Ejlaty, fondé à la monnaie de Katharinembourg.	0,914	0,085	0,001	
Or de Fuschun, fondé à Katharinembourg.	0,905	0,090	0,001	} 1,000
Or de Gousschka, près de Nichol-Tagil.	0,875	0,125	1,004	
Or des sables de Perros Poulouk, près de Bogoulenk; sa pesanteur spécifique est de 16,87.	0,865	0,132	0,003	} 1,000
Or de la mine de Saint-Barbara, à Fuses en Transylvanie; en feuillets minces dans du quartz, provenant de petits filons qui traversent du porphyre trié-feld-spathique et décomposé.	0,851	0,147	0,002	

M. G. Rose a aussi trouvé dans l'or du sable de Schönbach, près de Katherinembourg :

Or.	0,9898	} 0,9952
Argent.	0,0018	
Cuivre.	0,0035	
Fer.	0,0005	

Ce serait conclure de toutes les analyses qui ont été faites, contrairement à l'opinion de M. Boussingault, que l'or et l'argent se trouvent combinés ensemble en toute sorte de proportions non définies; ce qui n'est pas surprenant, parce que ces deux métaux sont isomorphes.

24. Antimoine — Cuivre — Fer — Plomb.

Selon M. Rimmann, en fondant ensemble d'égales proportions d'antimoine, de fer et de cuivre, avec trois quarts de plomb (du poids de l'antimoine), on obtient une masse métallique semblable à l'argent à 14 deniers de fin; mais elle est aigre, s'oxide à l'air et ne se coule pas bien.

25. Argent — Cuivre — Nickel — Plomb.

On trouve un exemple de l'alliage de ces quatre métaux dans le cuivre marchand provenant des mines à liquation de Gräthal où l'on travaille un cuivre noir provenant des mines de plomb cuivreuses de Freyberg.

M. A. Lampadius a fait l'analyse d'un échantillon de ce cuivre marchand, et l'a trouvé composé de :

Cuivre.	98,950
Plomb.	0,650
Nickel.	0,216
Argent.	0,032
	99,798

26. Arsenic — Cuivre — Fer — Plomb.

Le fer peut se trouver parfois uni à l'arsenic, au cuivre et au plomb. Le contenu de ces métaux se détermine le plus facilement, selon M. Kerner, au moyen d'un courant de gaz hydrogène sulfuré, qu'on fait passer à travers la dissolution étendue d'eau et opérée par l'eau régale. On grille le précipité avec précaution sur un têt de porcelaine, pour

brûler la grande quantité de soufre qui se dépose à cause du changement du persulfide de fer en protosulfide. S'il ne reste rien sur le résidu, le fer ne contient pas ces métaux, dont ni les sulfures ni les oxydes ne sont volatils. Si, au contraire, on obtient un résidu, on le dissout dans l'acide nitrique ou dans l'eau régale, selon le nature du métal dont on soupçonne la présence. Quand on recherche l'arsenic, il faut amener le grillage.

37. *Acier — Cuivre — Nickel — Zinc.*

Une addition de 2 ou de 2 $\frac{1}{2}$ pour cent d'acier à l'alliage dit *pa-fung* (voyez p. 336), qui est ordinairement formé de :

20 à 25 parties de nickel,
50 à 60 — de cuivre,
et 20 à 25 — de zinc,

le rend beaucoup plus blanc, mais en même temps plus dur et plus cassant.

Pour obtenir cet alliage, il faut d'abord fondre ensemble une partie de cuivre avec l'acier, et ajouter ensuite ce premier alliage au nickel, au zinc et au reste du cuivre.

38. *Argent — Cuivre — Or — Platine.*

Il existe dans le commerce, principalement depuis que le platine est devenu moins rare, un alliage quadruple de ces métaux, qu'on n'annonce jamais à l'essayeur auquel on le présente, pour en déterminer le titre, que comme un lingot de doré (non qu'on donne aux alliages d'or, d'argent et de cuivre), soit dans l'intention de tromper, soit par ignorance, soit enfin, qu'ayant commis une méprise, on veuille éviter d'en être la dupe.

Lorsque le platine s'y trouve en forte proportion, il est aisé de reconnaître sa présence par les caractères que ce métal fait présenter à l'essai, et qui sont très-bien décrits dans le *Manuel de l'Essayeur*, de M. Fauquelin, faisant partie de l'*Encyclopédie-Norv.* Mais il en est autrement lorsque le platine se trouve en petite quantité dans ces lingots : il est alors difficile de reconnaître la présence de ce métal et d'en déterminer les proportions, parce que le platine résiste comme l'or à l'action de l'acide sulfurique.

Cette circonstance a fait entreprendre par M. Chaudet une

série d'expériences tendantes à déterminer, par la coupellation et le départ seulement, le titre exact d'un lingot formé de l'alliage quadruple dont il s'agit.

Voici, d'après M. Chaudet, la marche à suivre pour faire l'essai de semblables lingots.

On doit commencer d'abord par déterminer d'une manière approximative les quantités respectives des quatre métaux qui s'y trouvent contenus, ce à quoi on parvient en portant son attention sur le couleur de l'alliage, sur sa plus ou moins grande dureté à la lime ainsi qu'à la cisaille; sur sa pesanteur spécifique, d'autant plus grande qu'il y a plus de platine; sur le couleur qu'il prend au recuit; sur l'action à chaud de l'acide nitrique, action d'autant moins forte que les quantités de platine et d'or sont abondantes; enfin, sur un essai fait grossièrement, si tous ces moyens ont été insuffisants pour se guider. Ce premier aperçu obtenu, on prend un demi-gramme de cet alliage, ainsi qu'en le fait pour les essais d'or, et on le passe à la coupelle à 210 du pyromètre de Wegaussard avec 8,14 ou 30 parties de plomb, suivant qu'il se rapproche de l'un des trois alliages ci-après, dont M. Chaudet a donné l'analyse.

	1 ^{er} Alliage.	2 ^e Alliage.	3 ^e Alliage.
Cuivre. . .	0,550	0,200	0,100
Or.	0,100	0,020	0,005
Platine. . .	0,100	0,500	0,500
Argent. . .	0,250	0,280	0,595

En se faisant attention qu'en-deà de 0,200 de platine, le plomb augmente en raison de ce métal, et n'est nullement en proportion avec les quantités de plomb employées ordinairement pour culver le cuivre contenu dans les alliages d'or et d'argent. L'essai étant fini à la même place où il a commencé, c'est-à-dire au fond de la moule, on le pèse, et son poids, par la perte qu'il éprouve, indique celui du cuivre.

Si l'argent qui s'y trouve contenu formait plus du double de l'or et du platine réunis, il faudrait y ajouter de l'or fin afin de ramener l'argent à cette proportion, et même au-dessus, lors même que l'or ne se trouverait, en platine, que dans la proportion de un à dix. La quantité d'argent ou d'or éliu au bouton de retour au moyen d'un gramme de plomb et au fond de la moule, on brosse le nouveau bouton, on l'aplatit avec soin en reculant plusieurs fois s'il paraissait

aigre, et en ayant le soin de ne le faire rougir que légèrement; enfin, on le lamine avec soin, si l'alliage le permet, d'en peser ($0^m,027$) de long carré, ou bien on l'aplatit seulement de quatre lignes ($0^m,023$) de diamètre s'il se trouvait tellement aigre qu'il ne pût pas souffrir l'action du laminoir. Cela fait, et après l'avoir recuit et recuit en spirale, s'il a été laminé, on en opère le départ dans de petits matras (1) au moyen de l'acide sulfurique rectifié, en faisant bouillir 12 minutes le premier acide, et 7 à 8 le second, avec la précaution de laisser refroidir un peu avant de décantier le premier acide. Le cornet levé et recuit, on le pèse, et la perte qu'il a éprouvée indique, à peu de chose près, la quantité d'argent.

Il ne reste donc plus qu'à opérer la séparation du platine de l'or : en conséquence, et pour plus d'exactitude, on repasse un nouveau demi-gramme de l'alliage avec le plomb nécessaire, et on allie à ce nouveau bouton de retour, au moyen d'un gramme de plomb et toujours à une température élevée, $0,000$ d'or bien pur (il faut employer des cornets d'essai d'or sur lesquels on aura eu le soin de passer deux fois l'acide nitrique à 32°), et les trois parties d'argent fin de l'aquartation, ayant égard à l'argent qui s'y trouve déjà, et dont on connaît la quantité, ainsi qu'à celle approximée de l'or qui s'y trouve également contenu.

Le bouton obtenu, on le lamine d'à peu près 4 poncea ($0^m, 108$) de long, et on le traite par l'acide nitrique à 32° seulement, l'espace de 30 minutes : on décante, on lave, on sèche, on recuit et on pèse; le poids excédant $0,300$ représente l'or contenu dans l'alliage, plus la portion de platine qui n'a pas été dissoute dans cette opération. On l'allie de nouveau à trois parties d'argent fin; on repasse à la coupelle avec un gramme de plomb et on agite l'essai au moment où il est prêt de passer, afin de le faire s'iger aussitôt qu'il perd les dernières portions du plomb qui le tenaient en fusion; on en opère le départ, ainsi qu'il est dit ci-dessus, au moyen d'un seul acide; enfin, on procède à un troisième départ dans toutes les règles, et l'opération est ordinairement terminée si le pla-

(1) M. Chaudet se sert de petits matras dont la bourse ne contient environ que 30 grammes d'eau distillée, tandis que ceux dont on se sert pour les essais d'or ordinaires en tiennent à peu près 60 grammes. Ces petits matras ont l'avantage d'exiger moins d'acide et de casser rarement.

line ne s'élève pas à beaucoup plus d'un dixième de l'alliage, ce dont on s'assure par une quatrième opération dans laquelle il ne doit point y avoir de perte.

Si la proportion du platine s'élève au tiers de l'alliage, ce qui serait facilement reconnaissable à la perte qu'aurait éprouvée le cornet au premier départ, perte d'autant plus grande que ce métal y est plus abondant, il faudrait ajouter au cornet du second départ 0,100 de la balle à l'or de platine par; départir avec un acide seulement, et procéder ensuite à de nouveaux départes, ainsi qu'on le pratique pour les essais d'or, et jusqu'à ce qu'on obtienne deux fois le même résultat.

M. Chaudet indique aussi le procédé suivant, comme étant le plus convenable sous le rapport de la pureté des produits, pour faire l'affinage d'un pareil lingot. Il faut commencer par le fondre et le grenailier en le jettant dans l'eau. Il faut ensuite en opérer la dissolution au moyen de l'acide nitromuriatique, soit dans des vases de grès, ou mieux encore dans des capsules de porcelaine placées sur des bains de sable. Dans cette opération, l'argent est converti en muriate d'argent insoluble qu'on sépare et qu'on lave, que l'on sèche et que l'on réduit ensuite, soit au moyen de la chaux ou de la potasse unie au charbon.

On reprend les liqueurs qui tiennent en dissolution le cuivre, l'or et le platine : on y verse, après les avoir évaporées à siccité et redissoutes dans l'eau, une dissolution de muriate d'ammoniaque; le platine se trouve précipité à l'état de muriate-ammoniaque de platine qu'on lave légèrement, qu'on sèche, et qu'il suffit de faire rougir pour le rappeler à l'état métallique.

Il ne reste donc plus dans les liqueurs que le cuivre et l'or en dissolution. On précipite ce dernier au moyen du proto-sulfate de fer, et, comme par ce moyen, il se précipite à l'état métallique, il suffit de filtrer, de laver, de sécher et de fondre.

Quant au cuivre, on peut le précipiter par du fer; et, comme ce métal le précipite à l'état métallique, il suffit de le fondre pour l'avoir en lingot.

29. Argent — Cuivre — Plomb — Sélénium.

Parmi les minerais sélénifères provenant des mines du duc d'Auhalt-Bernburg, dans le partie orientale du Harz, dont

M. Ross a fait l'analyse, il s'est trouvé un alliage de plomb et de cuivre ayant la composition suivante :

Sélénium.	34,85
Cuivre.	15,45
Plomb.	47,45
Argent.	1,29
Oxide de plomb et de fer . . .	2,08
	100,51

50. Argent — Or — Plomb — Tellure.

Ces quatre métaux se rencontrent dans un minéral d'or, le tellure *freifalt*, ou tellure plomb-argentifère.

Ce minéral, selon M. Berthier, est d'un blanc d'argent passant au jaune de lait, demi-dur, à cassure lamelleuse dans un sens, et grenue dans un autre. On le trouve quelquefois en petits prismes rectangulaires à quatre faces, mais le plus souvent en lames minces. Sa pesanteur spécifique est de 10,675. Il est attaqué par l'acide nitrique. — M. Klaproth y a trouvé :

Or.	0,3675	} 1,000
Argent.	0,0820	
Plomb.	0,1000	
Tellure.	0,4475	
Soufre.	0,0050	

C'est, selon M. Berthier, un tellure triple dont la formule paraît être $\text{AgTe} + 3\text{AuTe} + 2\text{PbTe}$. — On le trouve à Nagrag en Transylvanie.

51. Argent — Palladium — Plomb — Sélénium.

Cette combinaison se rencontre dans le duché d'Anhalt-Bernburg.

MM. Brander et Rinke ayant trouvé du palladium dans les dissolutions de l'or et de l'argent que l'on retire des minerais de sélénium, M. Zincke a examiné avec une grande attention ces minerais pour tâcher de découvrir dans quel état s'y trouve le palladium, et il est parvenu à reconnaître les parties qui le renferment ; elles se trouvent disséminées dans l'or natif en forme de petites feuilles à six pans, tout-à-fait semblables à l'écriture d'iridium, et en petits groupes

de cristaux entre-croisés. Ce minéral est blanc comme le platine; sa cassure, perpendiculaire à l'axe du prisme à 6 pans, est feuilletée et brillante. Lorsqu'on le grille dans le tube de verre, il répand d'abord une odeur d'huile qui ressemble beaucoup à celle qui s'exhale lorsqu'on grille le silicium de plomb, et il se forme un sursens rouge de silicium; l'endroit où le vase est en contact avec le grain d'essai est attaqué, et il se dégage un peu de fumée blanche. Avec le borex, il se fond en un grain métallique gris qui, coupé avec du plomb, ne change pas de nature. Il est attaqué complètement par l'eau régale et on y trouve du palladium, de l'argent, du plomb et du silicium. Il paraît donc que c'est un silicure triple de ces trois métaux.

32. Bismuth — Cuivre — Etain — Fer de fonte.

Nous avons fait un essai d'alliage de ces quatre métaux, dans les proportions suivantes :

Fer de fonte.		100
Cuivre.		8
Etain.		1,5
Bismuth.		0,4

On a d'abord fondu avec ces trois derniers métaux un alliage qui a été projeté ensuite dans le creuset contenant le fer de fonte en fusion.

Un lingot coulé avec cet alliage quadruple a présenté les caractères suivants :

Cassure raboteuse, grenue, lamellaire; cadille; blanc-grisâtre; tirent sur le jaunâtre; peu éclatante.

Couleur sous le lime : — gris d'acier foncé, mais vers le côté du lingot, blanc-grisâtre; tirent sur le jaunâtre; éclatante.

Couleur sous le marteau : — blanc-grisâtre; tirent un peu sur le jaunâtre; éclatante.

Il paraît que les portions de cet alliage qui occupaient le fond du creuset contenaient un peu plus de cuivre que les autres.

Ce lingot était dur et cassant.

Cette opération nous porte à penser que l'étain et le bismuth employés simultanément constituent un intermédiaire plus efficace que le zinc et l'étain réunis, pour opé-

par l'alliage de cuivre et du fer de fonte. (Voir l'alliage Cuivre — Étain — Fer de fonte — Zinc, p. 337.)

53. *Bieniuith — Étain — Mercure — Plomb.*

Ces quatre métaux sont susceptibles de s'unir en diverses proportions.

Les alliages fusibles composés de bieniuith, d'étain et de plomb, connus sous la dénomination d'alliages de Newton, de Bontberg, de Krug, de Rœs, de Darcel, sont rendus plus fusibles encore par l'addition d'un peu de mercure.

Ainsi, en ajoutant un sixième de son poids de mercure à l'alliage de Newton, composé de 5 parties de plomb, 3 d'étain et 8 de bieniuith, et qui fond dans l'eau bouillante, il devient encore plus fusible. Cet alliage quadruple sert à plusieurs usages. On en fait des cuillers à thé ou à café, qui se ramollissent et fondent quand on les plonge dans du thé ou dans du café bien chaud; on les emploie dans les jeux de société pour surprendre les personnes qui ne connaissent point cette composition.

Cet alliage est, dit-on, préférable au mercure pur, pour les injections anatomiques, pour prendre l'empreinte des diverses cavités du corps humain, comme celle de l'oreille. Les parties animales sont enlevées par une forte solution de potasse, et le métal se trouve isolé.

On peut aussi étamer l'intérieur des tubes de verre avec cet alliage; à cet effet, on place un bout du tube dans l'alliage fondu, on aspire par l'autre bout pour y faire monter l'alliage, et on le laisse sortir de suite; il reste alors sur la paroi intérieure du tube une mince pellicule métallique.

On étame l'intérieur des globes de verre avec un alliage composé de :

- 1 partie d'étain,
- 1 — de plomb,
- 2 — de bieniuith,
- et 10 — de mercure.

Cet amalgame a la propriété, quand on le promène dans un vase de verre, de faire une queue qui s'attache au verre et qui l'argenté en quelque sorte. Si, après l'avoir versé dans le vase bien nettoyé et bien sec, on le promène sur tous les points de sa surface intérieure, il y adhère et le rend métallique; au bout de quelques temps, cet amalgame devient dur.

M. le docteur Ure indique l'amalgame et les proportions suivantes pour l'étamage de miroir creux ou des globes :

1 partie en poids de bismuth,
 $\frac{3}{4}$ ————— de plomb,
 $\frac{1}{2}$ ————— d'étain pur,
 et 2 ————— de mercure.

On commence d'abord par fondre ensemble les métaux solides, et on y ajoute le mercure lorsque le mélange est presque froid. Une chaleur très-moderée est suffisante pour fondre cet amalgame; dans cet état, on le verse dans le globe bien net que l'on a l'intention d'étamer, au moyen d'un couteau de papier plongeant jusqu'au fond du vase. A une certaine température l'alliage s'attachera au verre qui, par un mouvement convenable, pourra ainsi être étamé en tous points; on fait ensuite couler l'amalgame excédant. On donne à son objet de curiosité diverses apparences, en employant des verres de différentes couleurs, jaunes, bleus ou verts.

Selon M. Delcroix, quand on unit ensemble un atome d'alliage de bismuth et de plomb avec un atome d'alliage de bismuth et d'étain, il se produit du froid.

Ayant mêlé ensemble à l'état de rigueur ou de poudre fine :

Etain. . . .	418 parties,
Plomb. . . .	{ 200, selon M. Berthier,
	{ 107, selon M. Delcroix,
Bismuth. . .	284,

avec 1616 ou 1617 parties de mercure, à la température de $+ 28^{\circ}$ degrés, selon M. Berthier, et $+ 14^{\circ}$ selon M. Berthier, M. Delcroix a observé que le thermomètre est descendu à $- 10^{\circ}$, selon M. Berthier; ou à $- 8^{\circ}$, selon M. Berthier.

Selon MM. Mosner et Leonhardt, l'alliage de M. Davy, lorsqu'on l'amalgame avec le mercure, est déjà fusible à 44° Réaumur.

54. Chrome — Cuivre — Fer — Manganèse.

Ces métaux se rencontrent quelquefois dans les stérolithes. Du moins, M. Lœpiger ayant fait l'analyse d'une pierre météorique du poids de 112 kilogrammes, tombée le 13

Juin 1821 à Jussieu, a trouvé que 100 parties de cet aérolithe sont formées de :

Silice.	40,0
Oxide de fer.	23,5
Oxide de Manganèse.	6,5
Alumine.	10,4
Chaux.	9,2
Chrome.	1,0
Magnésie.	0,8
Soufre.	0,5
Potasse.	0,2
Craie.	0,1
Perte indispensable.	5,0
Perte dont on ignore la cause.	4,8
	100,0

35. Chrome — Cobalt — Fer — Nickel.

Il résulte d'analyses faites par M. J. F. John, que ces quatre métaux se sont trouvés dans de grandes masses de fer métallique d'origine problématique (mais qu'en regard général on croit être du fer météorique), et dans des aérolithes attirables à l'aimant. Voici le résultat de quelques-unes de ces analyses :

	Fer de Falun.	Fer de Humbolt.
Fer.	90,0	94,5
Nickel.	7,5	6,5
Cobalt.	2,5	2,0
Chrome.	Trace.	Trace.
	100,0	100,0

	Fer de l'aérolithe de Châtouzey.	Fer de l'Aigle.	Fer de Sienne.
Fer.	92,72	92,72	92,72
Nickel.	5,10	5,10	5,10
Cobalt.	0,78	} des quantités qui n'ont pu être pesées.	} des quantités qui n'ont pu être pesées.
Chrome.	Trace		
Soufre.	1,00		

M. John croit pouvoir conclure du résultat des analyses qu'il a faites :

1^o Que le fer des aéroolithes pierreux et les grandes masses de fer ductile contiennent des parties constitutives de même nature. On y trouve du fer, du nickel, du cobalt, du chrome, et peut-être aussi une trace de manganèse commun. M. John étoit au premier découvert dans le fer d'Ellbogen, en Bohême, dont voici l'analyse :

Fer.	87,50
Nickel.	8,75
Cobalt.	1,85
Chrome.	} 1,90
Manganèse	
et perte.	
	100,00

Quelques masses contiennent aussi des traces d'une substance métallique sur la nature de laquelle M. John n'est pas encore fixé. Peut-être n'est-ce que du cobalt.

2^o Il semble que le fer des aéroolithes pierreux contient un peu moins de nickel que les grandes masses de fer ductile.

3^o Le fer des aéroolithes contient évidemment du soufre; mais comme ce métal est très-ductile, il est probable que le soufre n'est point uni à toute la masse du fer, mais à une certaine portion, et constituant par là de la pyrrite magnétique disséminée dans toute la masse. Les grandes masses de fer mentionnées prouvent cette assertion; quand elles sont très-ductiles et tenaces, comme le fer de Pallas, de Humbolt, d'Ellbogen, etc., elles ne contiennent aucune trace de soufre, ainsi que les recherches les plus minutieuses sur la masse de Pallas l'ont constaté.

36. Calcium — Cuivre — Fer — Potassium.

M. Berthier a trouvé ces quatre métaux dans un échantillon de cuivre rouge de Suisse qui étoit très-remarquable par sa malléabilité et par son extrême douceur.

En le traitant par les acides, dit M. Berthier, on n'a pu en extraire que des traces de fer et une petite quantité de sel de potasse et de chaux : or, comme on ne peut pas supposer que la potasse et la chaux s'y trouvent en nature, on est forcé d'admettre que ce sont les radicaux métalliques de ces sels

qui y existent en alliage. On trouve alors pour résultats de l'analyse :

Potassium.	0,0038	} 0,0068
Calcium.	0,0033	
Fer.	0,0017	

Le mélange du fer est, d'après M. Berthier, plus propre à altérer qu'à améliorer la qualité du cuivre, il faut donc que la grande malléabilité de celui que l'on a examiné provienne des métaux alcalins ; et s'il en est ainsi, il est très-probable que le potassium produirait le même effet. Il conviendrait, dit M. Berthier, de faire des expériences en grand à ce sujet ; cela serait très-facile aux propriétaires de nos grandes usineries de cuivre. Il suffirait sans doute de fondre le cuivre déjà affiné au four à réverbère, dans des creusets, avec une petite quantité de tartre, ou avec du charbon arrosé par une dissolution de carbonate de potasse.

Il est très-vraisemblable que l'on suit un procédé analogue en Suède ; du moins est-il certain qu'en général, lorsqu'on veut se procurer du cuivre très-doux pour confectionner des parties délicates des machines, on le fait fondre dans des creusets à travers des morceaux de charbon.

37. Cobalt — Cuivre — Nickel — Zinc.

M. Smith a trouvé dans un argentan anglais dont il a fait l'analyse :

Cobalt.	0,034
Cuivre.	0,401
Nickel.	0,188
Zinc.	0,178
	1,001

Ces quatre métaux sont donc susceptibles de se combiner entre eux.

38. Cuivre — Etain — Fer — Plomb.

Les étains du commerce contiennent quelquefois du cuivre, du plomb et du fer.

M. Berthier a trouvé dans un étain commun d'Angleterre :

Étain	0,9944	} 1,000
Cuivre	0,0116	
Plomb	0,0020	
Fer	Trace.	

Voici les moyens indiqués par M. Berthier pour analyser ces étains par la voie humide.

Pour doser le cuivre et le plomb, on lamine l'étain, et on le traite par l'acide nitrique pur à chaud, jusqu'à ce qu'il soit complètement oxydé; on rapproche jusqu'à sec, on reprend par l'eau, et l'on calcine le résidu. Si ce résidu est blanc, c'est de l'oxyde d'étain pur; pour peu qu'il contienne du fer il a une teinte jaunâtre décolorée. On évapore ensuite les liqueurs nitriques à sécher, et l'on calcine le résidu dans une capsule de platine dont le poids est connu; on redissout ce résidu dans l'acide nitrique pur, on précipite le plomb de la dissolution par l'acide sulfurique, et après cela le cuivre par une lame de fer ou par un carbonate alcalin.

Pour doser le fer, on dissout une autre portion de l'étain dans l'acide muriatique pur et concentré, qu'on fait bouillir jusqu'à ce que cet acide cesse d'agir sur le résidu. La dissolution contient l'étain et le fer; on en précipite l'étain par le moyen du gaz hydrogène sulfuré, on recueille le dépôt, on le traite par l'acide nitrique, on évapore à sec, et l'on calcine le résidu, qui par là se trouve transformé en deutoxyde d'étain pur. On fait bouillir la liqueur muriatique, qui contient le fer avec de l'acide nitrique, pour suroxyder ce métal, et l'on en précipite l'oxyde par l'ammoniaque.

38.° Cuivre — Étain — Fer — Zinc.

Ces quatre métaux constituent quelquefois le métal des cloches, ainsi qu'il résulte, entre autres, de l'analyse suivante, rapportée par M. Berthier, et faite par M. Girardin;

Cloche renfermée dans le beffroy de Rouen, et connue sous le nom de Cloche d'argent; elle a été coulée dans le 15 ^e siècle; elle a 3 pieds 3 pouces (1 ^m ,0537) de hauteur, 4 pieds (1 ^m ,3333) de diamètre, et 3 pouces 3 lignes (0 ^m ,0833) d'épaisseur.	Cuivre	0,740
	Étain	0,260
	Zinc	0,018
	Fer	0,012

D'après l'opinion de M. Girardin, le fer et le zinc qui entrent dans la composition de cette cloche, et qu'on trouve dans beaucoup d'autres en même temps que du plomb, etc., n'ont d'autre objet reconnu que celui de diminuer le prix de l'alliage, c'est-à-dire d'augmenter les bénéfices des fondeurs.

M. Girardin fait observer en outre que les cloches françaises modernes étant généralement formées d'un alliage composé de :

Cuivre.	0,780,
Étain.	0,220,

on voit qu'il n'y a pas une très-grande différence sous le rapport de la nature chimique, entre la cloche du beffroy de Rouen et les cloches modernes : le fer et le zinc sont en si faible proportion qu'on doit les considérer comme accidentels à sa composition. M. Girardin croit d'ailleurs que la petite différence que cette cloche présente dans le rapport du cuivre et de l'étain avec les autres cloches, influe peu sur la nature du son clair et résonnant qu'elle répand. Celui-ci doit tenir plus vraisemblablement, selon lui, à la forme et à l'état d'homogénéité des parties de cette cloche.

Nous avons fait trois essais d'alliage avec ces quatre métaux dans les proportions suivantes :

Fer de fonte. — Cuivre. — Zinc. — Étain.

1 ^{er} Essai. . . 100	10	1,25	2
2 ^e Essai. . . 100	10	2	2
3 ^e Essai. . . 100	45	2	2

Dans le 1^{er} essai, le zinc a été placé dans le fond du creuset, puis le fer de fonte; l'étain et le cuivre y ont été introduits successivement, mais seulement lorsque le fer de fonte a paru être à peu près fondu. Des fumées de zinc s'échappèrent du creuset pendant l'opération.

Le lingot coulé après la fusion complète et le brassage des métaux employés, a présenté les caractères suivants :

Couleur extérieure, grasse, lamellaire; plus lamellaire que grasse; gris-noirâtre à la partie grasse; blanchâtre à la partie lamellaire; terne à la première, faiblement éclatante à la seconde.

Couleur sous la lime : — blanc-grisâtre; éclatante.

Couleur sous la meule : — gris d'acier; éclatante.

On voit que ce lingot n'était point homogène et qu'il était composé vraisemblablement de deux alliages de différents

proportion, à moins que la partie lamellaire ne soit due à un plus prompt refroidissement.

Au reste, le polissage à la meule a fait découvrir sur le lingot des traces cuivreuses, et les résidus trouvés au fond du creuset se présentaient aussi de plus prononcées encore. Il y avait donc excès de cuivre dans ce mélange. Le lingot était cassant.

Dans le 2^e essai, tous les métaux ont été placés en même temps dans le creuset, le zinc et l'étain au fond, puis le fer de fonte et enfin le cuivre; de sorte que le creuset n'a été découvert que pendant le coulage du lingot. Des flammes blanches s'en échappèrent alors et de l'oxyde de zinc se déposa contre les parois et autour de l'orifice du creuset et du moule.

Le lingot sur lequel aucune trace cuivreuse n'a été remarquée cette fois, présente les caractères suivants :

Cassure raboteuse, lamellaire, redde; blanc-grisâtre, tirant un peu sur le blanche; peu éclatante.

Couleur sous la lime : — blanc-grisâtre; éclatante.

Couleur sous la meule : — couleur d'éclair; éclatante.

Il faut observer cependant que la cassure des morceaux provenant du fond du creuset différait sensiblement de celle du lingot; elle était grasse, à grains fins, presque compacte; d'un gris-blanchâtre, éclatante.

Couleur sous la lime : — gris-blanc tirant sur le jaunâtre. Il est à croire que ces morceaux contenaient une plus forte proportion de cuivre que le lingot. Ce dernier était cassant.

Le 3^e essai a été conduit de la même manière que le 2^e, et donna lieu aux mêmes résultats à-peu-près.

Il nous semble résulter de ces trois opérations, que le zinc et l'étain employés simultanément ne facilitent point la combinaison du cuivre avec le fer de fonte aussi bien que l'un ou l'autre de ces métaux isolément.

40. Cuivre — Etain — Nickel — Zinc.

L'alliage de ces quatre métaux forme une composition qui imite le *pak-fung* de la Chine. Sa couleur est blanche, et tire un peu sur le jaune quand il contient moins de nickel. Il est malléable et peut être employé à faire des objets coulés, pour la fabrication desquels il est, dis-on, préférable au bronze ordinaire, tant à cause de sa stabilité que par rap-

port à l'usure de sa teinte, qui permet de le nettoyer chaque jour, tandis qu'on ne peut en faire autant à l'argent sans le détruire.

44. Cuivre — Etain — Plomb — Zinc.

Ces quatre métaux peuvent s'unir en diverses proportions et ils se rencontrent fréquemment dans le métal des cloches et dans diverses qualités de laiton, comme le démontrent les exemples suivants : L'essai qui entre dans ces compositions est rarement pur, et il contient le plus souvent du plomb ou du zinc provenant d'une fonte d'ustensiles de ménage, en laiton, en cuivre flambé ou en cuivre portant des soudures, qui entrent toujours dans les matériaux de l'alliage.

Une cloche d'Angleterre, analysée par M. Thomson, lui a donné pour résultat :

Cuivre.		0,800	} 1,000
Etain.		0,161	
Zinc.		0,056	
Plomb.		0,043	

M. Chaudet a examiné plusieurs échantillons de cuivre jaune en laiton, entre autres les suivants, qui en été trouvés composés de :

Cuivre jaune de canon de :

a. Cuivre.		61,39
Zinc.		33,36
Plomb.		2,85
Etain.		0,43
		100,00

Cuivre jaune de Stollberg, sur cent parties :

Cuivre.		65,80		
Zinc.		34,80	selon M. Berthier	34,76
Plomb.		2,48	Id.	2,56
Etain.		0,35	Id.	0,36
		100,00		

Ces deux échantillons jouissent d'une assez faible ductilité, mais étaient très-convenables pour les ouvrages tournés. Leur analyse a fait reconnaître que c'était au plomb que ces

deux qualités de laiton devaient le degré de ductilité recherchée par les teneurs sur métaux, car c'était la seule différence sensible qui existait entre eux et celui fabriqué à Rouilly, lequel est estimé pour les ouvrages en marine, mais qui se travaille difficilement au tour. Le syndicat a parfaitement confirmé ce résultat, mais a présenté un phénomène qu'il est important de faire connaître; c'est qu'en général, lorsqu'on fait ces allages de toutes pièces, c'est-à-dire, en prenant chacun des métaux purs, il arrive qu'on obtient des allages beaucoup plus durs que le ne comporte la quantité de deux parties et demie de plomb qui sont contenues, terme moyen, dans le laiton jaune du commerce et dans celui de Stahlberg; ce qui provient de la difficulté qu'a le plomb de s'allier au cuivre, et ce qui met dans la nécessité, pour rendre l'alliage parfait, de le refondre plusieurs fois; à moins de faire ces allages avec du cuivre contenant, tout allié, le plomb nécessaire. Dans le cas contraire, on arriverait sans doute plus facilement au but en alliant d'abord le plomb au zinc, et en alliant ensuite cet alliage au cuivre.

Laiton en fil. — Comme la présence du plomb et celle de l'étain d'alunissent, selon M. Dumas, le ténacité du bronze, il est très-important, dit-il, pour la fabrication du fil, d'employer un laiton exempt de ces métaux.

M. Berthier a essayé dans le laiton de Jemmapes, de première qualité :

Cuivre.		0,844	} 1,000
Zinc.		0,358	
Plomb.		0,020	
Étain.		0,008	

Et dans un autre échantillon :

Cuivre.		64,2
Zinc.		55,4
Étain, plomb.		0,6
		98,4

Et dans le laiton provenant de la refonte des mitrilles :

Cuivre.		0,719	} 1,000
Zinc.		0,349	
Plomb.		0,030	
Étain.		0,012	

Ce laitron est dur, solide, mais il manque de ductilité. On lui donne le nom de *patin*.

Le bronze des fûets Kaffer, analysé par M. Darcey, lui a offert une composition qui se rapproche tellement du laitron, que l'on peut être tenté de les confondre.

Voici l'analyse de trois statues de Versailles, fondues par ces habiles artistes :

Cuivre.	—	91,82	—	91,50	—	91,68
Zinc.	—	5,57	—	6,09	—	4,93
Étain.	—	1,78	—	1,00	—	2,38
Plomb.	—	1,43	—	1,61	—	1,07
		100,00		100,00		100,00

Laitron des dorures. — La fabrication des bronzes dorés exige un alliage capable d'entrer facilement en fusion, de fournir une fonte bien coulante, de se laisser clouer et souder comme le laitron des tourneurs; enfin de prendre la dorure avec la moindre quantité d'or possible. La finesse du grain et la ductilité sont les conditions qui amènent l'économie d'or recherchée par le doreur.

M. Darcey regarde, d'après ses expériences, les alliages suivants comme les meilleurs :

Cuivre.	—	65,70	—	64,45
Zinc.	—	33,55	—	32,44
Étain.	—	2,50	—	0,25
Plomb.	—	0,25	—	2,86
		100,00		100,00

La densité du premier alliage est de 8,595, et celle du second est de 8,542.

Voici la composition de deux alliages que M. Darcey recommande pour le même usage, quelque bien différents des premiers :

Cuivre.	—	62	—	62
Zinc.	—	18	—	18
Étain.	—	3	—	1
Plomb.	—	1,5	—	3
		104,5		104

M. Klaproth a trouvé les médailles romaines composées

de cuivre et de zinc, dans le rapport de 45 à 1, et d'une faible fraction de plomb et d'étain. On doit supposer que les anciens employaient le zinc mêlé aux deux derniers métaux sans le distinguer, puisque la connaissance de ce métal ne leur que du 15^e siècle.

Selon M. Berthier, les alliages de cuivre qui contiennent beaucoup de zinc ou d'étain ne peuvent pas être essayés par le raffinage, parce que ces métaux forment des scories infusibles qui enveloppent le bouton et s'opposent à l'action de l'air; il faut nécessairement pour ces sortes d'alliages avoir recours à la voie humide.

Pour en faire l'analyse complète, il faut, selon M. Berthier,

1^o Les traiter par l'acide nitrique pur, bouillant : l'étain est ainsi séparé à l'état de peroxyde.

2^o Chasser l'excès d'acide et précipiter le plomb par un excès d'acide sulfurique ou par un sulfate; évaporer à siccité pour chasser tout l'acide nitrique, et étendre d'eau pour séparer le sulfate de plomb insoluble, des sulfates de zinc et de cuivre solubles.

3^o Ajouter de la potasse qui dissout l'oxyde de zinc et précipite celui de cuivre. Ce dernier est lavé, séché et pesé. Le cuivre est ainsi connu.

4^o Réunir les eaux de lavage, saturer la potasse par un acide et y verser du carbonate de potasse ou de soude. Tout le zinc est précipité à l'état de carbonate, et par la chaleur on le réduit en oxyde.

La précipitation par la potasse doit être effectuée dans un flacon bien bouché, parce que les carbonates alcalins dissolvent une certaine quantité de carbonate de cuivre.

M. Berthier a fait usage du procédé suivant, qu'il dit être parfaitement exact et l'un des meilleurs que l'on puisse employer lorsque l'on veut doser successivement chacun des métaux qui entrent dans la composition du laiton, sans conclure la proportion d'aucun par différence :

Traiter l'acide nitrique, séparer l'étain, précipiter le plomb par l'acide sulfurique; puis faire passer à travers la liqueur acide et étendue d'eau un courant de gaz acide hydro-sulfurique, jusqu'à ce que tout le cuivre en soit précipité; précipiter ensuite le zinc par un carbonate alcalin, après avoir fait bouillir la liqueur pour expulser l'excès d'acide hydro-

sulfurique; dissoudre le cuivre du cuivre dans l'acide nitro-muriatique, et précipiter le métal par une lame de fer ou par un carbonate alcalin en faisant bouillir; le carbonate calciné donne un oxide brun qui contient 80 p $\frac{1}{2}$ de métal.

42. Cuivre — Fer — Manganèse — Silicium.

M. Berthier a trouvé dans une fonte blanche à grandes lames, blanche, pendant quelques jours seulement, d'un fourneau des suifons d'Allemagne (Lübeck):

Manganèse.	0,040
Silicium.	0,002
Cuivre.	quantité très-notable, qu'on accide à empêché de doser.

M. Berthier en conclut que le cuivre reste dans le fer et dans l'acier et que c'est certainement lui qui en altère la qualité.

Cependant, l'analyse d'une fonte en charbon de bois de Bendorf (grand duché du Rhin), provenant du fer spatique, a fait voir qu'elle contenait du cuivre, du manganèse et du silicium dans les proportions suivantes :

Cuivre.	0,003
Manganèse.	0,003
Silicium.	0,003
	0,011

Cette fonte est blanche, à très-grandes lames, facilement pulvérisable; et M. Berthier, en citant cette analyse, ajoute qu'on fait avec cette fonte d'excellent acier naturel. La petite proportion de cuivre qu'elle contient n'exerce donc pas, dans ce cas, une action défavorable sur la qualité de l'acier provenant de cette fonte. Cela tiendrait-il à ce que le cuivre s'y trouve en trop faible proportion, ou bien à la plus grande proportion de manganèse contenue dans la fonte de Bendorf, comparativement à celle d'Allemagne?

43. Cuivre — Fer — Manganèse — Tungstène.

Enfin M. Berthier, en chauffant dans un creuset braqué à 150° pyrométriques, un mélange de 333 de wolfram en poudre et de 500 de cuivre rouge, on obtient un alliage quadruple composé de :

Cuivre.	0,862	16 gr.
Tungstène.	0,216	2
Fer.	0,091	3
Manganèse.	0,031	1
	1,000	

Cet alliage est demi-ductile, très-dur, susceptible de prendre un beau poli, et d'un rouge aussi foncé que le cuivre pur. Il est probable, dit M. Berthier, qu'en augmentant un peu la proportion du cuivre on aurait un alliage tout-à-fait malléable, aussi blanc que le cuivre, plus dur et beaucoup moins fusible.

44. Cuivre — Fer — Nickel — Zinc.

Selon M. Fyfe, le *tsoutenague* chinois est formé de l'alliage de ces quatre métaux, dans les proportions suivantes :

Cuivre.	0,364	} 1,000
Nickel.	0,516	
Zinc.	0,354	
Fer.	0,090	

Cet alliage est presque aussi blanc que l'argent. Il prend un superbe poli. Il est malléable à froid et jusqu'à la chaleur rouge, et l'on peut le réduire en feuilles et en fils très-minces, mais il devient très-fragile à la chaleur blanche. Il est très-secore quand il a été convenablement recuit. Quand on le suspend et qu'on le frappe avec les doigts, il produit un son très-sensible à la distance de 1500 à 1800 mètres. Sa densité est d'environ 8,48. Chauffé avec le contact de l'air, il s'oxide et brûle avec une flamme blanche. L'opinion générale paraît être qu'on obtient cet alliage en Chine, par la réduction d'une mine contenant les métaux dont il est composé.

L'échantillon qui servit à faire l'analyse dont le résultat est indiqué ici provenait du docteur Bourson, qui, pendant son séjour en Chine, parvint à se procurer un bouton et un pot à l'eau de cette composition, dont il envoya un morceau au docteur Fyfe.

M. Dieb-Lander croit que le *tsoutenague* et le *cuivre blanc* chinois sont deux alliages différents, et que l'analyse de M. Fyfe se rapporte au *cuivre blanc*. M. Lander dit que le

cuivre blanc n'est employé que par les Chinois, et que l'exportation en est défendue; mais que le toundaque est un objet de commerce étendu avec les Indiens, qui l'apportent au cuivre pour faire leurs ustensiles de ménage (voyez p. 354). M. Berthier dit qu'en ajoutant 0,050 à 0,025 de fer ou d'acier aux alliages de cuivre-nickel et zinc dont M. Gerardorf fait des pak-fung (voyez p. 356), on les rend beaucoup plus blancs, mais en même temps plus durs et plus riges.

On fabrique depuis plus de soixante ans, à Suhl, en Allemagne, un alliage analogue au pak-fung et au cuivre blanc de la Chine. On tient le procédé secret; mais il est certain qu'on se sert d'une substance métallique qui se trouve dans le sable de la Schless, à 5 lieues de Suhl, entre Anternau-beron et Erthal, sur le territoire de Kildorfbousen. Cette substance est en grains ou en morceaux encroûtes disséminés dans une scorie; elle provient du traitement d'un minerai de cuivre nickellifère, qui eullen à une époque inconnue. Elle devient rare, et on la vend maintenant 34 fr. le quintal. MM. Kasperstein et Muller l'ont trouvée composée de :

Cuivre.		0,8900	} 1,0000
Nickel.		0,0078	
Soufre.		0,0175	
Fer.		0,0500	
Terres.		0,0450	

Le cuivre blanc de Suhl contient en outre beaucoup de zinc; il est moins ductile que celui de la Chine et un peu jaunâtre.

45. Cuivre — Fer — Platine — Zinc.

L'addition d'un deux millièmes de fer suffit déjà, selon M. Cooper, pour enlever une grande partie de sa malléabilité à l'alliage composé de :

46 parties de cuivre,
7 — de platine,
et 1 — de zinc,

dont il est fait mention p. 361.

46. Cobalt — Fer — Plomb — Sélénium.

M. E. Ross a analysé plusieurs sélénures découverts en

Hertz, parmi lesquels il a trouvé un *sélénite de plomb* cubaïque, composé de :

Plomb.	0,619	} 0,989
Cobalt.	0,058	
Sélénium.	0,314	
Fer.	0,004	

Ce *sélénite* se rencontre dans le chaux carbonatée magnésifère. La formule est : $\text{CoSe}^2 + 6\text{PbSe}$. M. Zincken émet, d'après une analyse de M. Naumann, qu'il y a une autre espèce dont la formule est : $\text{CoSe}^2 + 2\text{PbSe}$. Cette espèce est d'un gris-clair peu éclatant, à grains fins et à cli-vage triple. Elle est accompagnée de cobalt arsenical, de pyrites de fer et de spath bruisant.

47. Cuivre—Fer—Plomb—Sélénium.

Parmi les minerais sélénifères provenant des mines du duché d'Anhalt Bernburg, dans la partie orientale du Hertz, dont M. H. Rose a fait l'analyse, il s'en est trouvé un qui avait la composition suivante :

Plomb.	0,587	} 0,901
Cuivre.	0,079	
Sélénium.	0,298	
Fer.	0,007	
Gangue.	0,029	

Ce *sélénite de plomb* est désigné sous le dénominateur de *sélénite cuivreux* ; il y en a encore une variété contenant un peu d'argent, mais pas de fer.

48. Cuivre—Fer—Plomb—Zinc.

Ces quatre métaux se rencontrent dans les *matres* provenant de la fusion des premières *matres* que l'on obtient au Hertz en faisant subir une fonte crue aux minerais de cuivre argentifères.

Ces *matres* contiennent, selon M. Berthier :

Cuivre.	0,256
Fer.	0,190
Zinc	0,052
Plomb.	0,325
Soufre.	0,178
Matres terreuses	0,004

0,995

48. Cuivre — Mercure — Plomb — Sélénium.⁷

M. Berthelot dit que cette combinaison existe dans la Horta.

50. Cuivre — Nickel — Plomb — Zinc.

Ces quatre métaux peuvent se combiner en diverses proportions, et leur alliage forme une espèce de *pak-fang*.

M. de Pirmanne indique les proportions suivantes pour un *pak-fang* propre à la confection d'objets de fonte, comme des chandeliers, des cloches, des garnitures de bernois :

54 parties de cuivre,	ou bien {	60 parties de cuivre,
25 — de zinc,		20 — de zinc,
18 — de nickel,		20 — de nickel,
et 5 p. $\frac{9}{10}$ — de plomb,		et 5 p. $\frac{9}{10}$ — de plomb.

Selon M. Gerndorf :

57 parties de cuivre,
30 — de zinc,
20 — de nickel,
et 5 — de plomb,

forment un *pak-fang* pour objets qui ont des soudures, tels que les chaudières, les éprouves.

ALLIAGES QUINTUPLES

OU QUINQUENNAIRES.

1. Antimoine — Arsenic — Cobalt — Cuivre — Nickel.

Ces cinq métaux se rencontrent dans le speiss, substance métallique qui s'amaasse au fond des croûtes dans lesquels on prépare le smelt ou bleu de cobalt.

La composition du speiss est très-variables; deux échantillons ont donné, selon M. Berthier :

Nickel.	0,499.	. . .	0,472
Cobalt.	0,032.	. . .	trace.
Cuivre.	0,018.	. . .	trace.
Arsenic.	0,373.	. . .	0,443
Antimoine.	trace	. . .	0,010
Soufre.	0,078.	. . .	0,069
Sable adhérent . . .	0,008.	. . .	
	1,000		0,994

Il y en a qui ne contiennent presque pas de cobalt.

2. Argent — Bismuth — Cuivre — Fer — Plomb.

Ces cinq métaux existent dans le sulfure d'argent himantique, bismuth-Moers, qu'on trouve à Schepbach, dans la Forêt-Noire. Il est d'un gris de plomb clair; sa couleur se fonce et se ternit à l'air. Il est cassant, à cassure unie, la plus souvent onéphe, mais quelquefois cristallisé en aiguilles capillaires. — D'après M. Niaproski, il est composé de :

Argent.	0,150
Bismuth.	0,270
Plomb.	0,550
Fer.	0,043
Cuivre.	0,008
Soufre.	0,143
	0,963

C'est, selon M. Berthier, un sulfure triple dont la formule paraît être : $\text{Ag} + 2 \text{Pb} + 2 \text{Bi}$.

3. Arsenic — Cobalt — Cuivre — Fer — Nickel.

Le nickel, combiné avec l'arsenic et mêlé avec un peu de fer, de cuivre et de cobalt, forme un minéral particulier, le *nickel arsenié*. Il s'en trouve à Schneeberg en Saxe. Il est d'un blanc d'étain, à cassure inégale. L'épice pure contient, dit-on, 0,718 d'arsenic. Il est mélange d'une petite quantité de sulfure de cuivre et de sulfure de bismuth.

4. Arsenic — Cuivre — Étain — Fer — Plomb.

Les étains du commerce peuvent contenir du cuivre, du plomb, du fer et de l'arsenic. Voici, selon M. Berthier, comment on peut faire l'analyse de cet alliage.

Pour dissoudre le cuivre et le plomb, on lamine l'étain, et on le traite par l'acide nitrique pur à chaud, jusqu'à ce qu'il soit complètement oxydé; on rapproche jusqu'à sec, on reprend par l'eau, et l'on calcine le résidu. Si ce résidu est blanc, c'est de l'oxyde d'étain pur; pour peu qu'il contienne du fer il a une teinte jaunâtre obscurcie. On évapore ensuite les liqueurs nitriques à siccité, et l'on calcine le résidu dans une capsule de platine dont le poids est connu; on redissout ce résidu dans l'acide nitrique pur, on précipite le plomb de la dissolution par l'acide sulfurique, et après cela le cuivre par une lame de fer ou par un carbonate alcalin. Pour dissoudre le fer et l'arsenic, on dissout une autre portion de l'étain dans l'acide muriatique pur et concentré, jusqu'à ce que cet acide cesse d'agir sur le résidu. La dissolution contient l'étain et le fer; on en précipite l'étain par le moyen du gaz hydrogène sulfuré, on recueille le dépôt, on le traite par l'acide nitrique, on évapore à sec, et l'on calcine le résidu, qui par là se trouve transformé en deutoxyde d'étain pur. On fait bouillir la liqueur muriatique qui contient le fer, avec de l'acide nitrique, pour résoudre ce métal, et l'on en précipite l'oxyde par l'ammoniaque.

Dans le traitement par l'acide muriatique, l'arsenic se dégage en partie seulement à l'état d'hydrogène arséné, le surplus reste dans le résidu insoluble. Pour le dissoudre, il faut faire passer le gaz dans une liqueur saturée de sul-

faite de cuivre au-staté d'antimoine, recueillir le dépôt d'arsénure de cuivre qui se forme et l'analyser.

5. *Arsenic — Cobalt — Etain — Fer — Tungstène.*

On rencontre une combinaison de ces métaux dans le résidu de la lixiviation de Pétaïn brut à Saint-Jualle (Corrèze). Ce résidu contient, selon M. Berthier :

Etain.	0,362
Fer.	0,556
Arsenic.	0,008
Cobalt.	0,040
Tungstène.	Trace.
	0,964

Ce résidu est d'un gris métallique semblable à de la fonte blanche, très-cassant, susceptible d'être porphyrisé. Lorsqu'en le traite par l'acide muriatique, l'hydrogène qu'il dégage répand une odeur qui annonce la présence de l'arsenic, et il reste une substance noire pulvérisante qui est, selon M. Berthier, de l'arsénure de fer contenant un peu de tungstène. La perte porte sur l'arsenic.

6. *Antimoine — Cuivre — Etain — Fer forgé — Zinc.*

Nous avons fait un essai de ces cinq métaux en les employant dans les proportions suivantes :

Fer forgé en limaille.	100
Cuivre.	20
Etain.	5
Zinc.	5
Antimoine.	5

Mais nous n'avons pu réussir à liquéfier la limaille de fer qu'en ajoutant au fond du creuset un peu de poussière de charbon de bois, puis versait le zinc, ensuite le fer et enfin les autres métaux mélangés indistinctement entre eux. Il paraît qu'il faut au moins dix d'étain pour cent de fer, pour déterminer la fusion de ce dernier métal.

Le lingot coulé avec cet alliage quintuple a présenté les caractères suivants :

Dur, ségre, cassant.

Cassure raboteuse, à grains fins et serrés, parfois, bours-

soufflé, blanc-grisâtre passant au jaunâtre, terne ou peu éclatant.

Couleur sous le lime : — blanc-grisâtre ; éclatante.

Couleur sous le meule : — gris d'acier ; éclatante.

Nous n'avons remarqué ni sur le lingot ni dans les résidus de cette fonte, aucune trace distincte de cuivre. Cette opération semble donc prouver que l'emploi simultané du zinc, de l'étain et de l'antimoine, facilite beaucoup la combinaison du cuivre avec le fer ductile.

7. *Antimoine — Cuivre — Etain — Fer de fonte — Zinc.*

Nous avons fait un essai d'alliage de ces cinq métaux, dans les proportions suivantes :

Fer de fonte	100
Cuivre	20
Zinc	5
Etain	5
Antimoine	5

Le lingot provenant de cette opération était dur, raide, cassant; il offrait de nombreuses scissions de continuité, mais aucune trace cuivreuse; d'où il semble résulter que le zinc, l'étain et l'antimoine, employés simultanément, sont un bon intermédiaire pour opérer l'alliage du fer de fonte et du cuivre.

Le lingot dont il s'agit présentait d'ailleurs les caractères suivants :

Cassure rebouteuse, lamellaire ou finement grenue, divergente du centre du prisme; — blanc-grisâtre; peu éclatante.

Couleur sous le lime: — blanc; éclatante.

Couleur sous le meule: — blanc-grisâtre; éclatante.

Ayant refondu ce lingot défectueux, avec addition d'un peu de poissade de charbon de bois, nous en avons obtenu un nouveau plus régulier, et sur lequel on n'apercevrait pas non plus de traces cuivreuses. Sa cassure était rebouteuse, grenue, lamellaire, poreuse et glabuleuse. — Gris-noirâtre ou blanc-grisâtre; terne ou peu éclatante.

Sa couleur sous le lime: — blanc-grisâtre; éclatante.

— sous le meule; — id. id.

Ce lingot était d'ailleurs, comme le premier, dur, rigide et cassant.

B. Arsenic — Cuivre — Etain — Platine — Zinc.

M. Th. Cooper a remarqué qu'en ajoutant 60 grains de platine à son alliage quadruple par miroirs métalliques, composé de :

Cuivre.	380 grammes	} voyez p. 380,
Etain.	165	
Zinc.	50	
Arsenic.	10	

L'alliage prit un aspect jaunâtre, le grain en fut plus fin, la pesanteur spécifique plus grande, 9,472 au lieu de 9,1 ; le poli beaucoup plus beau.

D. Antimoine — Cuivre — Or — Plomb — Tellure.

Dans ces derniers temps, les marchands d'objets d'histoire naturelle ont importé de Nagyag un minéral de tellure aurifère qui contient ces cinq métaux.

Ce minéral a absolument les mêmes caractères que le tellure d'or au sulfure-plombifère (voir p. 371) et il est disséminé comme lui en lames entrecroisées dans du carbonate de manganèse rose; mais sa composition est toute différente et constitue une espèce particulière. En effet, ce minéral contient, selon M. Berthier :

Or.	0,037	} ce qui revient à	Tellure d'or. . .	0,497
Tellure . . .	0,130		Sulfure de plomb	0,728
Ploomb. . . .	0,431		Sulfure d'anti-	
Antimoine. . .	0,045		moine.	0,032
Cuivre	0,010		Sulfure de cuivre.	0,012
Soufre	0,117			<u>1,000</u>
	<u>1,000</u>			

Il ne restera donc pas de tellure de plomb; sa composition est exprimée par la formule :



Sa pesanteur spécifique est de 6,34.

Ce minéral est facilement attaqué par l'acide nitrique; lorsque l'acide est faible et aidé seulement d'une douce chaleur, presque tout le plomb et tout le tellure se dissolvent, et l'or reste mélangé de quartz, d'oxide d'antimoine, de soufre et d'un peu de sulfate de plomb. Quand l'acide est

bouillant, il se forme une grande quantité de sulfate et de tellurate de plomb, et la liqueur contient le cuivre, une certaine quantité de tellure et un peu d'acide sulfurique. L'acide muriatique faible ne l'attaque pas; mais l'acide concentré et bouillant le décompose avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré, et de telle sorte que, quand il ne se dissout plus rien, tout la tellurure d'or reste à l'état de pureté. Avec le flux noir il se forme du sulfure de tellure qui se combine avec le sulfure alcalin. Le nitre en petite quantité l'attaque en brûlant le soufre seulement; employé en excès, il oxide tous les éléments et laisse l'or pur disséminé dans une scorie d'oxide de plomb.

Ce minéral est disséminé en lames entre-croisées dans du carbonate de manganèse rose. C'est le seul minéral de tellure que l'on puisse se procurer à Paris en assez grande quantité pour l'employer à la préparation du tellure.

10. Argent — Cuivre — Or — Plomb — Tellure.

On tire de Nagyag du tellurure d'or sulfo-plombifère (Blatter-erz), nommé aussi tellure-noir-sulfo-plombifère, qui constitue une espèce particulière et dans lequel on rencontre ces cinq métaux.

Ce minéral, suivant M. Barthér, est d'un gris de plomb foncé, s'approchant de la couleur noire du fer oligiste, triscristallin. Il cristallise en tables hexaèdres un peu allongées; sa cassure est lamellaire. Il est tendre, un peu tachant, légèrement flexible; il se présente souvent en concrétions grumeuses. Au chalumeau, sur le charbon, il donne une fumée qui produit un dépôt jaune et il reste un grain d'or malléable. Dans le tube ouvert il répand l'odeur de l'acide sulfureux et du tellure; le dépôt qui se forme dans le tube est gris près de la pièce d'essai et blanc à quelque distance; le premier est du tellurate de plomb à demi-fusible, et le second de l'acide tellurique qui se fond très-aisément. Le bouton d'essai reste entouré d'une masse oxidée d'un brun sombre.

M. Élaprôt a trouvé dans ce minéral :

Or.	0,090
Argent	0,005
Ploimb.	0,540
Cuivre.	0,015
Tellure.	0,322
Soufre.	0,050
	1,000

Composition qui est à peu près représentée par la formule $AsT^2 + 4PbTe^2 + 2PbS^2$.

11. Bismuth — Cuivre — Nickel — Plomb — Tellure.

Ces cinq métaux se trouvent dans le sulfure de bismuth, plomb-cuivreux, nodulaire.

Ce minéral est rare; on ne l'a rencontré jusqu'ici que dans les mines de Borissaf en Sibérie. — Il est, selon M. Berthier, d'un gris d'acier ayant une légère teinte rougeâtre; sa cassure est éclatante, lamelleuse dans un sens et inégale dans d'autres sens. — Sa pesanteur spécifique est de 6,125. — Il cristallise en prismes hexaèdres obliques très-allongés. — Au chalumeau, dans le tube ouvert, il donne une fumée blanche dont une partie, qui paraît être de l'oxide de tellure, est fusible en gouttes transparentes et fixes, et l'autre partie, qui est de l'oxide de bismuth, peut se sublimer. Par le grillage sur le charbon il laisse un bouton de cuivre au bout d'un certain temps.

M. John y a trouvé :

Bismuth.	0,4720
Plomb.	0,2432
Cuivre.	0,1210
Nickel.	0,0158
Tellure	0,0132
Soufre.	0,1158
	0,9810

12. Cobalt — Cuivre — Etain — Fer — Nickel.

Ces métaux se sont trouvés contenus dans une pierre métallique tombée dans le voisinage de Biensko, le 25 novembre 1835; elle ressemble à celle de l'Aigle et de Bernard. Elle contient, comme moyen, selon M. Berthius, 0,1715 de fer métallique et 0,8285 de matière pierreuse.

La partie métallique est composée de :

Fer.	0,93816
Nickel.	0,05055
Cobalt.	0,00547
Etain et Cuivre. . .	0,00480
Soufre.	0,00324
Phosphore.	Traces.
	1,00000

43. *Chrome—Cobalt—Fer—Manganèse—Nickel.*

Selon M. John, on trouve quelquefois ces métaux dans le fer des microlithes pierreux et dans les grandes masses de fer ductile, qu'on regarde généralement comme étant du fer induriqué.

Par exemple, l'analyse faite par M. John, du fer d'Elberga, en Bohême, a donné pour résultat :

Fer.	87,50
Nickel.	8,75
Cobalt.	1,25
Chrome, Manganèse et proto, }	1,50
	100,00

44. *Cobalt—Cuivre—Fer—Nickel—Plomb.*

Le cuivre brut provenant de la réduction des minerais scorifiés d'affinage à Freyberg, offre un exemple d'alliage de ces cinq métaux. M. Lamproffus, qui a fait l'analyse de ce cuivre brut, l'a trouvé composé de :

Cuivre	0,270
Fer	0,025
Cobalt.	0,107
Nickel.	0,322
Plomb	0,124
	0,874

45. *Cuivre—Etain—Fer—Nickel—Zinc.*

On emploie depuis quelque temps dans le commerce un alliage connu sous le nom de *melchior*, *argental*, etc., dont l'aspect est tout semblable à celui de l'argent, et qui peut, dit-on, le remplacer, soit pour garniture et ornement, soit pour servir à la confection d'objets d'une assez grande dimension, tels que couverts, vaisselle, vases, etc.

Ce métal prend un aussi beau poli que l'argent ; sa pesanteur spécifique s'en rapproche beaucoup, les traces qu'il dépose sur la pierre de touche, par le frottement, sont les mêmes, et il faut une grande habitude pour distinguer l'imperceptible nuance de couleur qui établit la différence de ce

métal avec celui de l'argent au second titre; déjà des tentatives ont été faites pour vendre des garnitures en malchior comme argent, et même pour obtenir les marques de l'État en les présentant à l'examen des essayeurs de la gérance.

Voici un extrait de l'instruction que M. le président de la commission des monnaies et médailles a transmis aux essayeurs de la gérance, sur les moyens de distinguer le malchior :

« L'analyse du malchior a été faite et l'on a constaté la composition suivante, sur 100 parties :

Cuivre.	55
Nickel.	25
Zinc	17
Fer	3
Étain.	2
	100

« On pourrait commettre de graves erreurs, si d'un ce-
 te on se bornait toujours à juger la nature du métal employé dans
 les mêmes ouvrages par la comparaison de la pièce de
 touche. Nous devons donc, dans tous les cas, déposer sur les
 touches des mêmes ouvrages d'argent, une goutte d'acide
 préparé par le touchon, et en observer attentivement l'ef-
 fet. Si l'ouvrage est en malchior, son action sera lente,
 et il finira cependant par enlever toutes les traces des ten-
 ches; sur l'argent au contraire, plus lente d'abord, la
 dissolution ne paraîtra cependant pas complète, et il res-
 tera une teinte grisâtre à la place des anciennes touches.
 Au moindre doute, d'ailleurs, vous déposerez sur l'ou-
 vrage suspect une goutte d'acide nitrique : s'il est en mal-
 chior, l'action se manifestera rapidement par un bouil-
 lonnement coloré en vert; si au contraire vous agissez sur
 de l'argent, la dissolution aura lieu plus lentement, et
 l'endroit attaqué présentera une teinte noire.

« Mais, pour apporter toute la rectitude dans cette der-
 nière opération, vous ajouterez à l'acide, après qu'il aura
 produit l'un des deux effets que je viens d'indiquer, une
 goutte d'eau salée : ce dernier réactif accusera la présence
 de l'argent par un précipité blanc, car, dans le cas con-
 traire, l'addition de l'eau salée ne fait que diminuer la ré-

« pidité de la dissolution, sans altérer sensiblement la couleur vertie précédemment produite. »

Telles sont les précautions indiquées pour reconnaître facilement les objets en métallos, qui seraient présentés aux orfèvres ou aux autres fabricants, comme d'argent, et au moyen desquelles on peut empêcher les spéculations coupables que leur ressemblance avec l'argent pourrait faire craindre.

16. *Cuivre — Étain — Fer — Plomb — Zinc.*

Nous avons fait un essai d'alliage de ces cinq métaux en employant les proportions suivantes :

Fer de fonte.	100
Cuivre.	12
Zinc.	2,4
Étain.	2,4
Plomb.	2,4

Ces métaux ont été placés en même temps dans la creuset ; le zinc et l'étain dans le fond, puis le fer de fonte, ensuite le plomb et enfin le cuivre.

À l'ouverture du creuset et pendant le coulage du lingot, des flammes de zinc s'en sont échappées.

Nous n'avons point remarqué de traces cuivreuses sur les produits de cette fonte, et nous avons remarqué, à très-peu de chose près, le poids primitif des métaux composants.

Voici d'ailleurs les caractères que présentait le lingot :

Cassure raboteuse; lamellaire, redite.

Blanc-grisâtre tirant un peu sur le blentre; peu éclatante.

Couleur sous le lime : — gris d'acier; assez éclatante.

Couleur sous la meule : — gris d'acier; éclatante.

Il paraîtrait donc que le zinc, l'étain et le plomb forment, simultanément, un assez bon intermédiaire pour combiner le cuivre avec le fer de fonte.

17. *Cuivre — Fer — Palladium — Platine — Rhodium.*

M. Berzelius a trouvé ces métaux dans un minéral de platine de Gornblagodat en Sibérie. Il se compose de grains de platine d'un gris clair non magnétique. Sa pesanteur spécifique est de 17,0.

L'analyse qu'en a faite M. Berzelius lui a donné pour résultat :

Platine.	0,8850
Palladium.	0,0100
Rhodium.	0,0118
Fer.	0,0832
Cuivre.	0,0045
Gangue.	0,0140
	0,9882

Ce minéral est remarquable en ce qu'il ne renferme pas d'iridium comme la plupart des variétés de grains de platine.

18. *Iridium — Osmium — Palladium — Platine — Rhodium.*

Ces métaux se trouvent assez souvent combinés tous ensemble, dans les minéraux de platine, de palladium, etc.

ALLIAGES SEXTUPLES

OU BIENNAIRES.

1. Antimoine — Argent — Arsenic — Cuivre — Fer — Zinc.

Ces métaux se rencontrent, selon M. Berthier, dans une espèce de cuivre gris antimonial qui existe dans le département de l'Aveyron, au lieu appelé *Cortéras*. Ce cuivre gris, qui est très-riche en argent, est remarquable en ce que l'antimoine qu'il contient paraît y être à l'état de sulfure Sb.

M. Berthier l'a trouvé composé de :

Cuivre.	0,343
Argent.	0,009
Zinc.	0,003
Fer.	0,017
Antimoine.	0,250
Arsenic.	0,015
Soufre.	0,213
Quarta.	0,032
	0,884

2. Antimoine — Cobalt — Cuivre — Nickel — Plomb — Zinc.

Ces métaux se rencontrent dans les scories d'affinage de cuivre au *petit foyer de Muen* (Grand-Duché du Rhin).

Ces scories prises au commencement de l'opération, sont brillantes, noires, et à la tachée de rouge.

Celles qui proviennent de la fin du raffinage, après qu'on y a ajouté du plomb, étant réduites avec trois parties de flux noir, donnent 0,40 d'un alliage malléable d'un rouge grisâtre, composé, selon M. Berthier, de :

Plomb.	0,717
Cuivre.	0,303
Antimoine.	0,019
Zinc.	0,403
Nickel et cobalt.	0,059
	0,914

3. Cobalt — Cuivre — Etain — Fer — Nickel — Zinc.

Le Maillechort, alliage blanc d'argent que l'on fabrique à Paris, est composé, selon M. Berthier, de :

Cuivre.	0,650
Nickel.	0,168
Zinc.	0,170
Fer.	0,034
Etain, cobalt. . . .	0,002

Il contient à peu-près 2 atomes de cuivre, 1 atome de nickel et 1 atome de zinc. Il passe bien au laminoir. Il peut recevoir un beau poli, et il prend bien la dorure. Il est sensiblement magnétique. Sa pesanteur spécifique est de 7,18. Lorsqu'on le chauffe très-faiblement, il perd 0,12 de son poids et se change en un alliage beaucoup plus blanc.

4. Cuivre — Fer — Iridium — Palladium — Platine — Rhodium.

Parmi les variétés de grains de platine dont M. Berthier a fait l'analyse, ceux de Nischai-Tagilsk en Sibérie ont été trouvés composés de :

Platine.	0,7358
Palladium.	0,0050
Rhodium.	0,0115
Iridium.	0,0255
Fer.	0,1198
Cuivre.	0,0320
Gangue.	0,0220
	0,9786

Ce minéral présente des grains d'un gris chatoyant, dont les uns (ceux dont l'analyse vient d'être indiquée) sont magnétiques et même magnéto-polaires, et les autres, qui consistent en outre de l'osmire d'iridium (v. p. 425), sont non magnétiques. La pesanteur spécifique de ce minéral est de 13,4.

ALLIAGES SEPTUPLES

DE SEPTENNAIRES

1. Antimoine — Argent — Arsenic — Cuivre — Fer — Nickel — Plomb.

La réunion de ces sept métaux se rencontre dans l'un des produits des mines à liquation de Grinthal, où l'on travaille principalement un cuivre noir provenant du traitement des mattes de plomb cuivreuses de Freyberg.

M. A. Laspedius ayant fait l'analyse de l'osm des résidus de liquation, d'un gris noirâtre, l'a trouvé composé de :

Cuivre.	. . .	61,80
Plomb.	. . .	30,50
Argent.	. . .	6,06
Nickel.	. . .	5,48
Fer.	. . .	1,85
Arsenic.	. . .	1,02
Antimoine.	. . .	0,95
Substances diverses.		2,05

100,00

2. Antimoine — Argent — Arsenic — Cuivre — Fer — Plomb — Zinc.

Outre le plomb marchand (celui qui provient de la revivification de la litharge et qu'on livre au commerce), on obtient dans la plupart des mines une certaine quantité de plombs de qualité médiocre ou tout-à-fait mauvais, parce qu'ils sont alliés de divers métaux étrangers; on les emploie pour faire du plomb de chaise en bien ou les purifie par des opérations particulières; lorsqu'ils renferment beaucoup d'antimoine on peut s'en servir avec avantage pour préparer l'alliage des caractères d'imprimerie.

M. Laspedius ayant fait l'analyse des plombs des mines de Freyberg, les a trouvés composés de :

	Plomb provenant des minerais.	Plomb provenant des mattes.	Plomb provenant du schiste des scories.
Plomb.	0,939	0,940	0,920
Antimoine.	0,004	0,004	0,013
Arsenic.	0,022	0,011	0,031
Cuivre.	0,010	0,011	0,013
Argent.	0,009	0,008	0,008
Zinc.	0,013	0,014	0,015
Fer.	0,003	0,014	0,004
	1,002	1,000	1,006

Ces sept métaux se rencontrent également dans certaines mattes provenant de la fusion des minerais d'argent malgré non grillés et sans addition de pyrites, à Freyberg.

Ces mattes contiennent, selon M. Lampadius :

Cuivre.	0,031
Fer.	0,583
Zinc.	0,023
Plomb.	0,002
Antimoine.	0,014
Argent.	0,002
Arsenic.	0,033
Soufre.	0,170
	0,970

5. *Antimoine — Argent — Arsenic — Cuivre — Mercure — Nickel — Plomb.*

M. John a trouvé dans l'alliage provenant de la distillation d'un amalgame d'argent, préparé pour l'extraction de ce métal des minerais de Freyberg :

Argent.	0,0900
Cuivre.	0,2820
Plomb.	0,0073
Nickel.	0,0034
Antimoine.	0,0030
Arsenic.	0,0040
Mercure.	0,0090
	0,9917

4. Argent — Arsenic — Cuivre — Fer — Nickel — Plomb — Zinc.

Ces sept métaux se rencontrent dans les mines de cuivre de l'usine d'Unterwald, près de Freyberg. D'après l'analyse de M. Langsdorf, ces mines contiennent :

Cuivre.	0,288
Fer.	0,424
Zinc.	0,017
Plomb.	0,069
Nickel.	0,025
Argent.	0,001
Arsenic.	0,084
Soufre.	0,120
	0,568

5. Cobalt — Cuivre — Etain — Fer — Magnésium — Manganèse — Nickel.

Ces métaux sont contenus, selon M. Berzélius, dans le fer métallique de la mine métallique découverte par Pallas sur le sommet d'une montagne schisteuse, entre Krasnojarsk et Abakansk, en Sibirie. Son poids était d'environ 1600 liv.; elle était remplie d'olivine verdâtre et vitreuse.

Le fer métallique contient :

Fer.	0,88042
Nickel.	0,40752
Cobalt.	0,00455
Magnésium.	0,00050
Manganèse.	0,00152
Etain et cuir.	0,00608
Charbon.	0,00045
Soufre.	Trace
Partie insoluble.	0,00480
	1,00000

La résidu insoluble a la même composition que celui qu'en extrait du fer de Bohème; il contient :

Fer.	0,4867
Nickel.	0,1835
Magnésium.	0,0068
Phosphore.	0,1847
	0,8617

6. Chrome—Fer—Iridium—Osmium—Palladium—
Platine—Rhodium.

M. le docteur Ure dit qu'on a reconnu que la mine de platine contenait également, outre le fer et le chrome, quatre métaux nouveaux, le palladium, l'iridium, l'osmium et le rhodium.

7. Cuivre—Fer—Iridium—Osmium—Palladium—
Platine—Rhodium.

Ces métaux se rencontrent dans le minéral de platine de *Barrancas*, province d'Antioquia en Colombie; ce minéral est en grains qui pèsent jusqu'à 1 g.

Ils sont composés, d'après l'analyse qu'en a faite M. *Berzelius*, de :

Platine.	0,8430
Palladium.	0,0106
Rhodium.	0,0340
Iridium.	0,0148
Osmium.	0,0103
Fer.	0,0531
Cuivre.	0,0074
Gangue.	0,0080
	0,9736

Ces mêmes métaux se trouvent également dans le minéral de platine de *Nischén-Tapir* en Sibérie. Ce minéral se présente sous forme de grains d'un gris obscur dont la pesanteur spécifique est de 15,4. Ces grains ne sont point magnétiques, ce qui les distingue d'une autre variété qu'on rencontre dans les mêmes localités. (Voir p. 421).

M. *Berzelius* a aussi fait l'analyse de ce minéral et l'a trouvé composé de :

Platine.	0,7394
Palladium.	0,0003
Rhodium.	0,0086
Iridium.	0,0497
Fer.	0,1104
Cuivre.	0,0070
Osmium d'Iridium. .	0,0196
	0,9876

ALLIAGES OCTUPLES

ou OCTENNAIRES.

1. Antimoine — Argent — Arsenic — Cobalt — Cuivre — Fer — Nickel — Plomb.

Ces métaux, plus du soufre, se rencontrent dans un speis qu'on obtient dans la suite des opérations métallurgiques auxquelles on soumet les minerais de plomb et de cuivre argentifères du Rammelsberg, dans l'usine d'Ocker, en Harz.

Ce speis présente une cassure grasse et un éclat argenté; sa dureté est assez grande, il est rayé cependant par l'acier. Sa densité a été trouvée égale à 7,381.

L'analyse faite par MM. J. L. Jordan et W. J. Jordan, a donné pour la composition de cette substance :

Antimoine	0,03335	} 0,96725
Argent	0,00005	
Arsenic	0,05045	
Cobalt	0,01672	
Cuivre	0,05682	
Fer	0,68032	
Nickel	0,06548	
Plomb	0,00600	
Soufre	0,07818	

Le même speis, soumis à un grillage prolongé, puis refroidi dans un creuset brisé, a donné un petit calet de plomb et un autre speis dont la composition est la suivante :

Antimoine	0,02912	} 0,36928
Argent	0,00053	
Arsenic	0,14820	
Cobalt	0,01905	
Cuivre	0,13826	
Fer	0,51570	
Nickel	0,02952	
Plomb	Trace.	
Soufre	0,04870	

2. *Argent — Arsenic — Bismuth — Cobalt — Cuivre — Fer — Nickel — Plomb.*

Ces métaux se rencontrent dans les maties ou sulfures multiples de l'usine à plomb d'Untermaß, près de Freyberg : ces maties, dites *spies*, forment une couche mince au-dessus du plomb d'œuvre, c'est-à-dire le plomb immédiatement extrait du minerai, et qui n'a point passé à la coupelle pour en séparer l'argent.

Ces maties, d'après l'analyse de M. Lampadius, ont la composition suivante :

Plomb.		0,458
Fer.		0,015
Cuivre.		0,031
Bismuth.		0,187
Cobalt.		0,134
Nickel.		0,353
Argent.		0,004
Arsenic.		0,103
Soufre.		0,030
		0,988

3. *Arsenic — Cobalt — Cuivre — Fer — Manganèse — Molybdène — Nickel — Silicium.*

Ces métaux se rencontrent dans une masse de fer trouvée à la fin de l'été de 1831, aux environs de Magdebourg, à quatre pieds au-dessous du sol, dans un pays où il n'y a point d'usines, ce qui a fait présumer qu'elle était d'origine météorique, d'autant plus que l'on est qu'il y a eu une chute d'étéroïtes en 998 au près de Magdebourg. Cette masse consistait en six morceaux pesant ensemble 137 livres. Les morceaux étaient un peu aplatis et arrondis, leur surface était rugueuse et recouverte en quelques endroits d'une croûte terreuse. Les plus petites étaient mêlées de fragments et de particules de scories. La matière ferrugineuse était dure et cassante comme une fonte blanche. Sa cassure était d'un blanc d'acier un peu gris, grossier et écailleux, en partie à gros grains, en partie à grains fins. Sa pesanteur spécifique était de 7,22 à 7,29.

L'analyse des deux variétés, faite par M. Stromeyer, a donné :

Variétés à gros grains.		Variétés à grains fins.
Fer.	0,7617	0,7465
Molybdène.	0,0037	0,1013
Cuivre.	0,0540	0,0432
Cobalt.	0,0585	0,0507
Nickel.	0,0115	0,0125
Manganèse.	0,0002	0,0001
Arsenic.	0,0140	0,0147
Phosphore.	0,0185	0,0227
Soufre.	0,0206	0,0062
Silicium.	0,0055	0,0039
Charbon.	0,0058	0,0048
	1,0000	1,0000

D'après cette composition, il est impossible de se prononcer relativement à la question de savoir si la masse de Magdebourg est d'origine atmosphérique ou si c'est un produit de forge. Dans tous les cas, il est certain qu'elle a dû être fondue artificiellement.

On a trouvé dans le Hartz, auprès de l'usine à fer de Reichenberg, une masse métallique qui a le même aspect que la variété de Magdebourg, à petits grains, et dont la composition est analogue.

L'analyse a donné :

Fer.	0,8114
Molybdène.	0,0108
Cuivre.	0,0769
Cobalt.	0,0240
Nickel.	
Manganèse.	0,0014
Arsenic.	0,0182
Phosphore.	0,0081
Soufre.	0,0062
Silicium.	0,0194
Charbon.	0,0069
Calcium.	0,0019
	0,9902

On ignore l'origine de cette masse.

ALLIAGES MONOTUPLES

OU MONNAIES.

—

1. Antimoine — Argent — Arsenic — Bismuth — Cadere
— Fer — Nickel — Plomb — Zinc.

Ces métaux, plus un peu de soufre, se rencontrent dans le cuivre noir employé dans les mines à lixivation de Grönbach; cette usine travaille principalement au cuivre noir provenant du traitement des mattes de plomb cuivreuses de Freyberg.

M. A. Langsdorff a analysé deux de ces cuivres noirs, ils présentaient une cassure d'un gris noir à petits grains et résistaient assez bien au marteau. Avec un grossissement de 1,000, il a été facile d'y reconnaître de très-petits globules vitreux de scories mélangées.

Le cuivre noir A avait une densité de 8,525, et le cuivre noir B une densité de 8,490.

	A	B
Cuivre	83,35	82,70
Plomb	20,75	18,50
Nickel	5,40	8,30
Fer	3,31	3,51
Arsenic	2,00	1,85
Antimoine	1,55	1,01
Zinc	0,91	0,98
Bismuth	0,58	0,27
Argent	0,44	0,59
Soufre	0,25	0,50
Acide silicique	0,26	0,15
Alumine	0,10	0,08
	98,49	98,74
Traces de cobalt et perte . . .	1,51	1,20
	100,00	100,00

2. *Antimoine — Argent — Arsenic — Cobalt — Cuivre — Fer — Nickel — Plomb — Zinc.*

On rencontre ces métaux, combinés avec du soufre, dans les masses ordinaires de l'usine à plomb d'Unterwald, près de Freyberg. M. Lampadius, qui en a fait l'analyse, les a trouvés composés de :

Plomb	0,250
Fer	0,409
Cuivre	0,061
Zinc	0,071
Antimoine	0,010
Cobalt	0,013
Nickel	0,013
Argent	0,003
Arsenic	0,034
Soufre	0,080
	0,975

3. *Argent — Arsenic — Bismuth — Cobalt — Cuivre — Fer — Nickel — Plomb — Zinc.*

Le cuivre noir des mines de Freyberg offre un exemple de la combinaison de ces neuf métaux.

D'après l'analyse de M. Lampadius, ce produit est composé de :

Cuivre	0,693
Fer	0,047
Cobalt	0,013
Nickel	0,013
Plomb	0,060
Zinc	0,010
Bismuth	0,010
Argent	0,005
Arsenic	0,035
Soufre	Trace,
	0,938

ALLIAGE DÉCOUPLÉ.

OU DÉMENTAIRE.

*Antimoine — Argent — Arsenic — Bismuth — Cobalt
— Cuivre — Fer — Nickel — Plomb — Zinc.*

Ces dix métaux forment la composition d'un speiss qui se produit dans la dernière fonte que l'on opère dans les usines à lixivation de Gräulich, où l'on travaille principalement un cuivre noir, provenant du traitement des mines de plomb sulfureuses de Freyberg.

Voici les résultats de l'analyse de ce speiss, par M. A. Lampadius :

Cuivre.	51,65
Nickel.	13,42
Fer.	22,70
Plomb.	10,70
Antimoine	3,50
Arsenic	2,25
Bismuth.	2,80
Cobalt.	2,15
Zinc	2,15
Argent	0,015
	99,395

FIN.



TABLE ANALYTIQUE

D'UNE PARTIE DU CONTENU DE CE VOLUME,

60

RÉPERTOIRE DES ALLIAGES

QU'ON SONT DÉSIGNÉS SÉPARÉMENT PAR UN NOM PARTICULIER;
 CE QU'ON SONT D'UNE VERTU RÉGULIÈRE, OU QU'ON
 EN PARAÎT SUFFISANT.

ALLIAGES BINAIRES.

1. <i>Acier-aluminium.</i>	Composition du wootz ou acier de l'Inde, d'après MM. Stodart et Faraday.	1
	Imitation du wootz de l'Inde, par les mêmes.	id.
	Imitation du wootz de l'Inde, par le colonel Fischer.	2
	Opinion de M. Karsten sur le wootz de l'Inde.	3
2. <i>Acier et Argent.</i>	Recherches de MM. Stodart et Faraday sur cet alliage.	4
	Acier supérieur en dureté au wootz; propre à la coutellerie, à la fabrication des poinçons ou ciseaux et à celle des coins pour frapper les médailles.	id.
	Essai de plaqué sur acier par MM. Stodart et Faraday.	id.
	Essai de M. le colonel Fischer sur l'alliage d'acier et d'argent.	id.
3. <i>Acier et oranne.</i>	Alliage de ces deux métaux d'après M. Wernsd.	5
4. <i>Aluminium et oranne.</i>	Préparation du l'arsénium d'aluminium.	id.
	Quelques-unes de ses propriétés.	id.

3. <i>Antimoine et or</i> — <i>Antimoine d'argent natif.</i>	6	
	Analyse, d'après M. Klaproth, de deux antimoineures natifs, le silberphlegmiers et le spiesglanzliher.	66.
	Composition d'un autre antimoineure, d'après M. Berthier.	66.
5. <i>Antimoine et arsenic.</i>	Composition de divers arseniures, d'après M. Berthier.	7
	Mine d'antimoine en France, ne contenant pas d'arsenic, par exception.	66.
	Point de saturation de l'antimoine par l'arsenic, d'après plusieurs chimistes.	8
	Alliage de ces deux métaux préparé par N. Achard.	66.
	Moyen indiqué par M. Duflos pour enlever à l'antimoine tout l'arsenic qu'il peut contenir.	66.
7. <i>Argent et arsenic.</i>	Point de saturation de l'argent par l'arsenic.	66.
	Argent arsenical.	9
	Minéral d'Andriessberg.	66.
	Opinion de M. Klaproth et de M. Berthier à son égard.	66.
8. <i>Argent et bismuth.</i>	Alliage pouvant servir avec avantage dans l'affinage de l'argent par la coupellation.	66.
	Table des quantités de bismuth nécessaires pour faire les essais d'argent, d'après M. Chaudet.	10
10. <i>Arsenic et bismuth.</i>	Composition du bismuth du commerce.	12
	Point de saturation du bismuth par l'arsenic.	66.
	Action de la chaleur sur cet alliage.	66.
	Moyen indiqué par M. Berthier pour préparer cet arseniure par le voie humide.	66.
	Singulier effet que le bismuth pro-	

<i>Suite du n° 10.</i>	<i>Essai sur l'essence, selon M. Ber-</i>	<i>146.</i>
	<i>thier.</i>	<i>13</i>
11. <i>Acier et chrome.</i>	Essais de M. Berthier sur outillage.	15
	Alliage d'un métal très-essan-	
	gux pour la fabrication des lames	
	de acier et de la coutellerie fine. <i>Id.</i>	<i>Id.</i>
12. <i>Acier et cuivre.</i>	Essais de MM. Stodart et Faraday.	<i>Id.</i>
	Action du cuivre sur l'acier d'après	
	les recherches de M. Stengé.	14
13. <i>Antimoine et cui-</i>	Alliage d'une belle couleur violette.	16
<i>vre.</i>	Blanchiment du cuivre par l'anti-	
	moine.	17
17. <i>Argent et cuivre.</i>	Action du cuivre sur l'argent.	18
	Titre de la monnaie d'argent.	19
	<i>Id.</i> des couvertes et de la vaisselle.	<i>Id.</i>
	<i>Id.</i> des bijoux.	<i>Id.</i>
20.	Tableaux dressés, pour les ma-	
	tières argentifères, la correspon-	
	dance des titres exprimés selon les	
	deux modes anciens et selon le	
	nouveau.	20
	Table de la composition des diffé-	
	rentes monnaies d'argent d'Eu-	
	rope.	23
	Alliage pour rendre l'argent.	24
	Détermination approximative du	
	titre de l'argent.	<i>Id.</i>
	Méthode d'Oerné.	<i>Id.</i>
	Compellation.	25
	Table de la proportion de plomb	
	à employer pour la compellation	
	des matières d'argent à divers	
	titres, d'après M. d'Arct.	26
	Procédé de M. Serbat pour l'alli-	
	age des monnaies à bas titre.	26
	Méthode Gay-Lussac pour l'essai	
	des alliages d'argent, adoptée par	
	les bureaux de garantie.	27
	Méthode proposée par M. Zenné	
	pour l'analyse des alliages d'ar-	
	gent et de cuivre.	<i>Id.</i>
	Moyen de donner la couleur et	

<i>Suite du n° 17.</i>	Ficel de l'argent pur aux objets fabriqués avec des allages d'argent et de cuivre.	P ^{ag} 29
	Action du vinaigre sur un alliage d'argent et de cuivre, d'après M. Liébig.	id.
	Argenture.	id.
	Plaqué sur cuivre.	id.
18. <i>Arsenic et cobalt.</i>	Arséniures de cobalt naturels.	29 et 30
19. <i>Arsenic et cuivre.</i>	Méthode de préparer facilement, selon M. Berthier, un arsénure de cuivre saturé d'arsenic.	31
	Alliage nommé cuivre blanc ou tombac, utilisé pour la fabrication des boutons et autres fois des cuillères et des vases.	32
	Conderrite, nouveau minéral de cuivre, trouvé dans les mines de Cornouailles.	id.
	Point de saturation du cuivre par l'arsenic, d'après M. Ponce.	33
21. <i>Antimoine et étain.</i>	Alliage pour la confection des clefs des robinets des corps de pompes.	34
	Alliage pour faire les planches à graver la musique.	id.
	Alliage dit métal d'Alger, pour fabriquer les cuillères, les fourchettes et autres objets.	id.
	Peintre des Anglais, ou alliage pour la fabrication des vases pour boire.	id.
	Alliage pour la fabrication de la cannelure d'étain.	id.
	Expériences de M. Chaudet sur la coagulation d'allages d'étain et d'antimoine.	id.
	Analyse des allages d'étain et d'antimoine.	35
22. <i>Argent et étain.</i>	Moyen de séparer l'argent par de l'étain.	36
	Alliage d'argent et d'étain, aussi dur que le bronze.	id.

23. Arsenic et bismuth.	Alliage utile pour la préparation du gaz hydrogène arseniqué.	146
	Id. pour la décomposition de l'acide hydrochlorique.	235
24. Aluminium et fer.	Opinion de divers chimistes concernant l'influence de l'aluminium sur le fer et sur l'acier.	39
	Résultats d'expériences faites sur ce sujet.	44
	Procédé de M. Schafhauser pour raffiner et adoucir la fonte dans l'affinage pour fer.	49
	Production d'un alliage d'aluminium et de fer par le galvanisme.	42
25. Antimoine et fer.	Équale mariale des anciens chimistes.	64
	Alliage qui donne des bûchettes en le faisant roulement.	45
26. Argent et fer.	Alliage propre à la fabrication des haches, des couteaux de dentiste pour trancher les fruits, etc.	46
	Argenture du fer et de l'acier.	47
27. Arsenic et fer.	Alliage susceptible d'être employé pour la fabrication des bijoux.	48
	Composition de l'arsénure de fer, saturé d'arsenic.	49
	Arsénure de fer natif.	52
28. Acier et tridisme.	Alliage pour l'amélioration des outils tranchants.	53
29. Argent et mercure.	Amalgame pour argenter.	57
	Combinaison naturelle de ces deux métaux.	64
	Arbre de Diane.	64
	Décomposition des amalgames d'argent par le chlore.	58
	Mercure argenté ; sa composition d'après M. Klaproth.	64
30. Arsenic et manganèse.	Arsénure de manganèse natif.	59
	Son analyse par M. Kose.	64
31. Acier et nickel.	Alliage susceptible d'être durassé.	60
	Alliage pour miroirs métalliques.	64

		Pag.
43. Antimoine et nickel.	Antimoniures de nickel natifs.	61
45. Arsenic et nickel.	Arseniures de nickel natifs.	63
46. Acier et or.	Soudure pour les pièces d'acier.	65
47. Acier et cobalt.	Alliage propre à la confection des outils tranchants.	66
48. Antimoine et or.	Alliage pour la purification de l'or, en grand.	66
49. Argent et or.	Alliages d'or et d'argent natifs.	67
	Séparation de ces deux métaux par le départ.	69
	Alliage ayant le maximum de dureté.	69
	Or jaune, or pâle, or blanc et or vert.	70
	Electrum des anciens.	69
	Yousseil.	69
	Soudure ferme pour l'or.	71
51. Acier et palladium.	Acier amélioré par l'addition du palladium.	72
52. Acier et platine.	Acier amélioré par l'addition du platine.	69
	Alliage propre à la confection des miroirs métalliques.	69 et 73
	Alliage pour la fabrication d'objets tranchants.	69
	Poudre fulminante.	69
54. Antimoine et platine.	Procédé pour donner de la consistance au platine.	74
	Vive action que l'antimoine fondue exerce sur le platine.	69
55. Antimoine et plomb.	Alliage pour couler les caractères d'imprimerie.	75
	Alliage pour faire les clefs de sûreté, de clarinettes, etc.	76
	Analyse des plombs marchands de diverses mines, par M. Berthier.	77
56. Antimoine et potassium.	Alliage fulminant avec le charbon.	80
	Moyen indiqué par M. Strouhal, pour reconnaître la présence de l'arsenic dans les mines d'antimoine.	81
	Antimoniures doubles.	69

57. *Argent et palladium.* Alliage propre à la confection des instruments de marine et des boîtes de thermomètre, etc. 81
Alliage employé en Angleterre par les dentistes. 64.
58. *Argent et platine.* Compellation des alliages d'argent et de platine. 82
Moyen de purification de l'or contenant du platine. 64.
Analyse de cet alliage. 64.
59. *Argent et plomb.* Nouveau procédé d'alliage, du par cristallisation, des plombs argentifères. 64.
60. *Arsenic et platine.* Alliage servant à extraire le platine de ses minerais. 87
61. *Arsenic et plomb.* Arsénure de plomb natif. 88
Alliage pour faire la dragée de plomb. 64.
62. *Acier et rhodium.* Meilleur acier pour la fabrication des instruments tranchans. 89
Alliage propre à la confection des miroirs métalliques. 64.
63. *Acier et allium.* Acier Clouet à base d'allium, sans charbon. 91
72. *Antimoine et os-drum.* Alliage fortement avec le charbon. 92
76. *Acier et silice.* Alliage susceptible de prendre un beau damas et qui se comporte comme le meilleur acier. 95
79. *Argent et tellure.* Tellurure d'argent natif. 64.
86. *Arsenic et zinc.* Alliage pouvant servir avec avantage à la préparation du gaz hydrogène arséniqué. 99
Moyen de reconnaître si le zinc de commerce contient de l'arsenic. 109
88. *Bismuth et cadavre.* Alliage connu sous le nom de *Métal blanc du prince*. 64.
89. *Bismuth et étain.* Alliage fusible à 100° — 138° — 150° — 166° et 199°. 104
Alliage appelé *Cassonage*, pouvant servir à faire du *Pennel blanc*. 64.
Compellation de divers alliages

<i>Suivre de no 83.</i>	<i>d'étain et de bismuth par M. Cassi-</i>	<i>102</i>
	<i>del.</i>	<i>103</i>
	Expériences de M. Rudberg, sur	
	la chaleur latente de ces métaux	
	et de leurs alliages.	<i>id.</i>
91. <i>Bismuth et fer.</i>	Analyse d'un alliage de ces 2 métaux.	<i>102</i>
94. <i>Bismuth et cer-</i>	Amalgams pour l'étamage des glo-	
<i>ures.</i>	bes de verre.	<i>104</i>
	Alliage supposé propre à l'étamage	
	des glaces.	<i>id.</i>
96. <i>Bismuth et or.</i>	Moyen d'affiner l'acideur et la den-	
	sité de l'or.	<i>104 et 105</i>
98. <i>Bismuth et platine.</i>	Alliage prenant à l'air une couleur	
	pourpre, violette ou blanc.	<i>106</i>
99. <i>Bismuth et plomb.</i>	Analyses d'un alliage de ces deux mé-	
	taux, procédé de M. Loupier.	<i>107</i>
	<i>Idem</i> , procédé de M. Stromeyer.	<i>id.</i>
	<i>Idem</i> , procédé de M. Liebig.	<i>id.</i>
	Expériences de M. Rudberg, sur	
	la chaleur latente de ces métaux	
	et de leurs alliages.	<i>id.</i>
100. <i>Bismuth et potas-</i>	Excellent moyen de s'assurer si l'ai-	
<i>sium.</i>	gon est parfaitement sec.	<i>108</i>
	Alliage telégraphique avec le charbon	
	et pouvant servir à allumer la	
	pendre sous l'eau.	<i>id.</i>
104. <i>Bismuth et tellure.</i>	Tellure de bismuth usité.	<i>109</i>
108. <i>Cobalt et autres.</i>	Alliage d'un blanc un peu nuancé	
	de rouge, susceptible de prendre	
	un très-bon poli.	<i>112</i>
112. <i>Cuivre et étain.</i>	Brasses ayant probablement le même	
	sens de fragilité et de dureté.	<i>113</i>
	Brasse moulante et pour médailles.	<i>id.</i>
	Expériences de M. Briche sur la	
	densité observée et calculée de di-	
	vers alliages de cuivre et d'étain.	<i>114</i>
	Brasse moulante et pour médailles.	<i>id.</i>
	Brasse des canons.	<i>116</i>
	Brasse des cloches.	<i>118</i>
	Brasse en métal des cloches.	<i>id.</i>
	Brasse en métal des tambours et	
	des tymbales.	<i>120</i>

<i>Suite de n° 112.</i>	Bronze ou métal des miroirs de télescopes.	122
	Bronze ou métal des armes des anciens.	61.
	Bronze pour pilons de frottement.	123
	Or de Mannheim ou similaire.	61.
	Pinchbeck.	61.
	Soudure forte.	61.
	Boutons blancs métalliques.	124
	Bronze pour le doublage des vaisseaux, préférable au cuivre.	61.
	Expériences de Margraff sur divers alliages de cuivre et d'étain.	61.
	Expériences de M. Choudet sur le même objet.	125
	Méthode réactive pour reconnaître les plus petites traces de cuivre allié à l'étain.	127
	Séparation du cuivre et de l'étain dans le bronze des cloches en tout autre.	61.
	Élamage du cuivre.	128
	Élamage des épingles.	129
	Élamage de petits objets en fer, en cuivre ou en laiton.	61.
115. <i>Chrome et fer.</i>	Alliage susceptible de rayer le verre aussi profondément qu'avec un diamant.	133
	Alliage propre à la confection des instruments tranchants, remarquable surtout par son beau dessin.	61.
	Moyen économique de se procurer du fer chromé, d'après M. Berthier.	61.
	Moyen de reconnaître la présence du chrome dans le fer.	135
117. <i>Cadme et fer.</i>	Alliage propre à la confection des ancres, des pilons, des endormes, des cylindres et autres objets de ce genre ayant besoin de dureté et de ténacité.	136

<i>Suite du n° 117.</i>	<i>Placage et introduction de l'élément</i>	<i>746.</i>
	<i>fer.</i>	<i>130</i>
	<i>Alliage natif.</i>	<i>id.</i>
	<i>Présence du cuivre dans les fers</i>	
	<i>météoriques.</i>	<i>141</i>
<i>118. Cadmiüm et merc.</i>	<i>Analogue substitué de cadmium.</i>	<i>id.</i>
	<i>merc.</i>	
<i>119. Cuivre et manga-</i>	<i>Préparation de divers alliages de ces</i>	
	<i>deux métaux, par M. Berthier.</i>	<i>143</i>
<i>120. Cistroni-merode.</i>	<i>Procédé de M. Bourdery pour sé-</i>	
	<i>parer le mercure du cuivre.</i>	
<i>121. Cobalt et Nickel.</i>	<i>Alliage natif de ces deux métaux.</i>	<i>146</i>
	<i>Procédé de M. Langier pour sépa-</i>	
	<i>rer ces deux métaux dans les mi-</i>	
	<i>nes de nickel et de cobalt.</i>	<i>id.</i>
<i>122. Cuivre et nickel.</i>	<i>Cuivre blanc pour ornements.</i>	<i>id.</i>
<i>123. Cuivre et or.</i>	<i>Alliage de ces deux métaux, ayant</i>	
	<i>le maximum de dureté.</i>	<i>148</i>
	<i>Titres qu'ont, en France, la mon-</i>	
	<i>naie d'or, les bijoux, vaiss. et</i>	
	<i>ornements de ce métal.</i>	<i>148 et 149</i>
	<i>Alliage natif de ces deux métaux.</i>	<i>id.</i>
	<i>Notamment des bijoux d'or.</i>	<i>id.</i>
	<i>Soudure ferme pour l'or, ou or</i>	
	<i>rouge des cérames.</i>	<i>150</i>
	<i>Recettes pour donner la robe en</i>	
	<i>couleur des objets fabriqués en or.</i>	<i>id.</i>
	<i>Analyses complètes par M. Berthier,</i>	
	<i>d'une eau de couleur.</i>	<i>151</i>
	<i>Traitement, d'après M. Berthier,</i>	
	<i>des eaux de couleur, pour en ex-</i>	
	<i>traire l'or et l'argent.</i>	<i>152</i>
	<i>Détermination approximative du li-</i>	
	<i>tre des alliages d'or et de cuivre</i>	
	<i>par l'épreuve à la pierre de touche.</i>	<i>id.</i>
<i>124. Cuivre et platine.</i>	<i>Alliage d'un jaune d'or.</i>	<i>156</i>
	<i>Idem d'une couleur rose.</i>	<i>id.</i>
	<i>Alliage pour les miroirs de téles-</i>	
	<i>copcs.</i>	<i>id.</i>
	<i>Réamalg. du cuivre par le platine.</i>	<i>id.</i>
	<i>Analyses de ces alliages de cuivre et</i>	
	<i>de platine; d'après M. Desprez.</i>	<i>id.</i>

137. Cuivre et plomb.	Alliage pour les grands caractères d'imprimerie.	137
	Séparation de ces deux métaux, par la lixiviation.	id.
	Analyses par M. Berthier du cuivre rasné de Desoche (Norwège), qui est recherché pour la fabrication du laiton.	138
	Condition que doit remplir le cuivre, selon M. Hatchell, pour l'ellier à l'or.	id.
	Expériences de M. Fournet sur la vaporisation du plomb dans les alliages de cuivre avec le cuivre.	139
138. Cuivre et étain.	Séminures de cuivre étain.	139
	Analyses du séminure de cuivre de Suède, par M. Berthier.	id.
139. Cuivre et zinc.	Alliage prenant feu au contact de l'air atmosphérique.	140
140. Cuivre et zinc.	Laiton ou cuivre jaune.	144
	Sur fabrication.	145 et suiv.
	Laiton pour le travail au marteau.	147
	— de Hambourg.	id.
	— de Saxe.	id.
	— d'Allemagne.	148
	— de Suède.	id.
	Or de Hollande ou métal hollandais.	id.
	Laiton pour les objets d'horlogerie.	id.
	Laiton anglais ordinaire.	id.
	Sur fabrication d'après le procédé de MM. Farquar et Hamilton.	id.
	Procédé de M. Jean Champion.	149
	Procédé de M. Sage.	id.
	Laiton anglais pour le filer.	id.
	Qualités attribuées au vieux laiton refondu.	id.
	Métal du prince Robert.	150 et 151
	Finchbeck.	id.
	Or de manheim.	id.
	Chrysocale.	id.
	Simler.	id.

Suite du n° 150.

Poin.	370 et	pag. 171
Arce.		id.
Méthode anglaise pour transformer la surface du cuivre en laiton.		id.
Soudure ferme pour le laiton et pour le cuivre.		id.
Recherches de M. Margraf sur les alliages du cuivre et du zinc.		id.
Analyse du laiton par divers procédés.		173
Zinc de la meilleure qualité.		id.
Action qu'exerce le vinaigre sur le laiton, d'après M. Leffig.		174
Zinc inoxydable.		id.
Argenture du laiton.		id.
Recherches récentes de M. Dornen à cet égard.		id.
Alliage propre à la confection d'objets d'ornement, des miroirs métalliques et surtout des cloches.		177
Étamage du fer, ou fabrication du fer-blanc.		178
Étamage des cuillers et fourchettes de fer.		179
Préparation du métal métallique.		id.
Étamage de la fonte de fer.		180
Alliage pour l'étamage du cuivre, préférable à l'étain pur.		id.
Emploi du fer-blanc comme solution dans les objets fabriqués en laiton.		181
Analyse des alliages d'étain et de fer.		id.
Analyse, par M. Berthier, de divers produits obtenus avec le minerai d'étain de Piriac.		id.
151. Etain et fer. Observations de M. Kupper, sur la densité de l'amalgame d'étain.		183
Amalgame pour l'étamage des glaces.		id.
Amalgame pour frotter les contacts des machines électriques.		184
Préparation de l'or mouff.		id.

135. <u>Etain-molybdène. Analyse de cet alliage.</u>	188
138. <u>Etain et plombs. Facilité de plier en contact avec l'étain.</u>	188
140. <u>Etain et plomb. Alliage de ces deux métaux ayant le maximum de dureté et de ductilité.</u>	id.
Soudure des plombiers.	id.
Soudure des ferblantiers.	189
Alliage formant l'étain blanc ordinaire et celui des potes en faïence.	id.
Pâte d'étain.	id.
Soudure molle ou tendre.	id.
Poids spécifique de divers alliages d'étain et de plomb, selon M. Watson.	190
Recherches analogues et aussi sur le point de fusion de ces alliages, par M. Sappier.	id.
Moyen proposé par MM. Bayen et Charlard, pour analyser l'étain suspect.	191
Expériences de M. Proust sur la solubilité de l'étamage du cuivre par un alliage d'étain et de plomb.	id.
Recherches analogues, par M. Foucault.	192
Alliage employé en Angleterre pour l'étamage des vaisseaux de cuivre.	id.
Analyse de trois étains d'Angleterre, par M. Berthier.	id.
Analyse d'une feuille de plomb de la Chine, par M. Thomas.	193
Moyen très-simple pratiqué par les Chinois, pour former les feuilles de plomb.	id.
Classement des objets divers fabriqués en France avec l'étain par un alliage de plomb et d'étain.	id.
Idem, en Suède.	id.
Analyse faite par M. Berthier, de trois alliages d'étain et de plomb.	id.

Série du n° 100.

Alliage pour fabriquer les brûlantes de Fahlun, en Suède.	194
Alliage pour faire d'excellents miroirs ardents.	194
Expériences de M. Chaudet sur la coupellation des alliages d'étain et de plomb.	195
Analyse des alliages d'étain et de plomb.	195
Tableau des températures auxquelles un grand nombre de ces alliages eurent en fusion, selon MM. Parker et Martin.	195
Emploi de ces alliages pour la trépan des instruments tranchants, par les mêmes.	198
Expériences de M. Rudberg sur la chaleur latente du plomb et de l'étain fondus.	199
Emploi d'alliages d'étain et de plomb pour les injections métalliques, par M. Robertson.	199
Degrés de fusion de plusieurs alliages d'étain et de zinc.	202
Alliage préférable au laiton pour les pièces de frottement dans les machines, etc.	202
Alliage propre aux ouvrages en fil d'acier blanc.	203
Alliage préférable au zinc du commerce pour le doublage des vaisseaux, la couverture des toits, etc., et en plomb, pour les tuyaux de conduite du cidre et de la bière.	204
Essai de M. Chaudet, sur la coupellation de plusieurs alliages d'étain et de zinc.	204
Analyse de ces alliages, selon M. Brühner.	204
Recherches de M. Rudberg sur la chaleur latente de certains métaux.	205

103. Étain et zinc.

172. Fer et manganèse.	Point de saturation du fer par le manganèse, d'après M. Musier.	P ^{re} 200
	Analyse faite par M. Berthier, de diverses fontes contenant du manganèse.	207
	Procédé conseillé par M. Karsien, pour déterminer le manganèse contenu dans le fer.	208
	Procédé de M. Quenouille, pour séparer ces deux métaux.	id.
	Alliages utiles de ces deux métaux dans les pierres métallurgiques.	210
	Fers métallurgiques trouvés par divers points du globe.	210 et suiv.
	Procédé de MM. Soufferganski et de Rievers, pour l'analyse des fers métallurgiques.	212
	Procédé de M. Childers.	id.
	Epte fabriquée avec du fer métallurgique trouvé à 100 milles du cap de Bonne-Espérance.	213
	Coutures fabriqués par des Esquimaux avec du fer métallurgique.	id.
173. Fer et nickel.	Effet remarquable de la chaleur sur le fer métallurgique de Sibirie.	214
	Imitation du fer métallurgique, par MM. Faraday et Stodart.	id.
	Alliages d'or de différentes couleurs à l'usage des orfèvres.	215 et 216
	Alliage pour outils tranchants, supérieurs à ceux d'acier.	id.
	Dorure sur fer.	id.
	Moyen indiqué par M. Berthier, pour enlever l'or qui se trouve à la surface d'objets en fer doré, hors de service.	217
	Moyens d'opérer la séparation de ces deux métaux.	id.
	Alliage propre à la confection des miroirs métalliques.	219
	Analyse de l'alliage du fer avec le platine.	id.
174. Fer et platine.		

		pag.
179. <i>Fer et plomb.</i>	Opinion et essais de divers chimistes, sur l'alliage de ces deux métaux. 220 à 222	220
	Analyse de l'alliage du fer avec le plomb, par M. Karsten. id.	id.
183. <i>Fer et silicium.</i>	Analyse de diverses sortes d'acier, par M. Berthollet. 227	227
186. <i>Fer et tellure.</i>	Tellurure de fer natif. 229	229
190. <i>Fer et zinc.</i>	Confection de fer-blanc à l'aide du zinc. 233	233
	Alliages ferreux qui se produisent dans les mines à zinc. 234	234
	Analyse de ces alliages d'après M. Berthier. 234 et 235	234 et 235
	Essai de M. Karsten, sur l'action réciproque du fer et du zinc. 235 à 237	235 à 237
	Procédé, indiqué par M. Berthier, pour analyser, par le voie humide, les alliages de fer et de zinc. 238	238
	Opinion de M. Karsten, sur l'analyse de ces alliages. id.	id.
193. <i>Iridium et os.</i>	Osmaire d'iridium natif. 239	239
<i>osmaire.</i>	Moyen de reconnaître les quantités d'osmaire contenues dans l'iridium, d'après M. Berthollet. 240	240
	Moyen indiqué par M. Berthollet, pour séparer l'osmaire d'iridium de toutes les substances dont il est ordinairement mélangé. id.	id.
196. <i>Iridium et platine.</i>	Alliages très-solubles pour la confection des matras de chimie. id.	id.
	Alliages propres à la confection de miroirs métalliques inoxydables. 241	241
197. <i>Iridium et plomb.</i>	Séparation de ces deux métaux par la coupellation ou par le voie humide. id.	id.
199. <i>Magnésium et fer.</i>	Amalgams s'attachant au verre facilement. 242	242
203. <i>Manganèse et or.</i>	Alliage d'or, insoluble à l'air et dont d'un très-grand poids. 243	243

206. *Mercury et or.* Amalgame pour la dorure de l'argent, du cuivre, du laiton et du bronze. 245
Dorure du laiton par la voie sèche. 64.
Dorure de l'intérieur des vases et, en général, des objets qui n'ont pas besoin d'être nettoyés souvent. 246
Dorure du laiton par la voie humide; procédé de M. Elkington. 64.
Poudre d'or pour la peinture. 247
Emploi du mercure dans les mines d'or et d'argent de l'Amérique. 64.
211. *Mercury et platine.* Moyen le plus simple et le plus facile de préparer cet amalgame, d'après M. Musin-Pashin. 249
Amalgame de platine s'attache facilement au verre. 64.
212. *Mercury et plomb.* Amalgame susceptible de cristalliser. 250
Amalgame pour grader les tubes, etc. 64.
213. *Mercury et Polonium.* Amalgame susceptible de cristalliser. 251
Amalgame au moyen duquel on peut amalgamer la surface du fer et du platine. 252
Amalgame servant de réactif le plus sensible pour reconnaître si le mercure contient du bismuth. 64.
219. *Mercury et sodium.* Préparation d'un amalgame cristallin, d'après M. Berzélius. 253
221. *Manganèse et zinc.* Tentatives et tentatives de manganèse ferrifère natif. 255
222. *Manganèse et zinc.* Tentatives de manganèse ferrifère, natif. 257
224. *Manganèse et zinc.* Moyens de séparer ces deux métaux. 258
Oxide de zinc manganésifère, natif. 64.
225. *Mercury et zinc.* Amalgame pour frotter les courants des machines électriques. 64.
Procédé de M. Kemp pour combiner du mercure avec des fils mé-

<i>Suivre de n° 215.</i>	Alliage, à l'aide de l'amalgame de zinc.	259
220. <i>Nickel et zinc.</i>	Procédé de M. Smith pour opérer la séparation de ces deux métaux.	261
232. <i>Or et palladium.</i>	Alliage dont est composé le grand cercle de l'observatoire de Paris.	262
	Alliage natif de ces métaux.	id.
233. <i>Or et platine.</i>	Alliage pour la fabrication des ressorts de montre et d'autres objets.	id.
	Moyen indiqué par M. Fauguelin, pour reconnaître $\frac{1}{10}$ de platine allié par fraude avec l'or.	263
	Alliage pour fabriquer les ressorts qu'on ne peut pas faire en acier.	id.
	Emploi de cet alliage pour l'évaluation des hautes températures, par M. Frémy.	264 à 266
234. <i>Or et plomb.</i>	Alliage aussi fragile que le verre.	id.
	Alliage pour la purification de l'or en grand.	267
235. <i>Or et potassium.</i>	Moyen de donner à l'or la belle couleur des sequins de Venise.	id.
236. <i>Or et rhodium.</i>	Alliage présentant l'aspect de l'argent.	268
	Analyse de cet alliage par M. André-Deleury.	269
238. <i>Or et tellure.</i>	Or problématique, or paradoxal, or blanc des anciens chimistes.	id.
	Tellurure d'or, natif.	270
240. <i>Or et zinc.</i>	Alliage propre à la perfection des miroirs de télescopes.	id.
245. <i>Plomb et potassium.</i>	Alliage susceptible de devenir pyrophorique.	274
252. <i>Plomb et tellure.</i>	Séparation de plomb natif.	276
255. <i>Potassium et or.</i>	Alliage fusible ou liquide à 90 degrés.	278
257. <i>Plomb et tellure.</i>	Tellurure de plomb, natif.	279
260. <i>Plomb et zinc.</i>	Alliage pour balles de fusil, préférable au plomb pur, selon M. Cordet.	283
	Expériences de M. Fournet, sur la supériorité du plomb.	284

ALLIAGES THÉRAPIQUES.

3. Acier — arsenic — Alliage propre à la fabrication du
désinfectant. Divers ustensiles de ménage. 237
8. Antimoine — arsenic — Alliage des caractères d'imprimerie.
nic — plomb. 239
9. Antimoine — arsenic — Alliage propre à la préparation du
nic — potassium. gaz hydrogène arséniqué. 240
10. Arsenic — bismuth — Alliage propre à la fabrication des
— cuivre. boules. 241
11. Antimoine — bismuth — Alliage propre à la préparation des
— cuivre. épreuves. 242
12. Antimoine — bismuth — Alliage pour les caractères d'im-
— cuivre — plomb. primerie, et propre surtout au
coulage des planches stéotypées. 243
13. Argent — cuivre — Soudure d'argent pour le plaqé.
— zinc. 244
14. Arsenic — cuivre — Alliage pour la fabrication des mi-
— zinc. roirs de télescopes et d'autres
instruments d'optique. 245
15. — Arsenic. — cuivre — Cobalt arsenical.
— fer. 246
16. Argent — cuivre — Composition de la monnaie d'or
— or. sterling. 247
17. — — — Alliage le plus avantageux, selon
M. Thomson, pour la fabrication
de la monnaie d'or. 248
18. — — — Analyse des alliages triples argent
— cuivre — or. 249
19. — — — Soudure forte pour l'or, préférable
à celle composée d'or et de cuivre. 250
20. Antimoine — cuivre — Alliage pour les caractères d'im-
— plomb. primerie. 251
21. Antimoine — cuivre — Alliage blanc, d'une teinte violette.
— potassium. 252
22. Argent — cuivre — Alliage employé dans l'horlogerie,
— platine. en remplacement du rubis. 253
23. Argent — cuivre — Cupellation de ces alliages.
— plomb. 254
24. Arsenic — cuivre — Alliage pour les miroirs de téle-
— platine. scopes. 255

38. Argent — cuivre — <i>Exaltita.</i>	311	
<i>albidum.</i>		
39. Acier — cuivre — Bonne composition pour le similor.	312	
<i>zinc.</i>		
39. Arsenic — cuivre Soudure ferme pour l'argent.	44.	
— zinc.		
33. Antimoine — étain Alliage pour les caractères d'imprimerie et pour la gravure de la musique.	313	
— plomb.		
	Analyse de cet alliage.	44.
38. Argent — fer — Tellurure d'argent.	316	
<i>tellure.</i>	Son analyse.	317
41. Antimoine — mercure — plomb Alliage pour le doublage des vaisseaux.	318	
44. Argent — or — pot. — <i>Auro-poudre.</i>	319	
<i>iodium.</i>		
47. Argent — or — Or graphique.	321	
<i>tellure.</i>		
49. Antimoine — plomb Alliage des caractères d'imprimerie.	322	
— zinc.		
50. Bismuth — cuivre Alliage propre à la confection des <i>reliefs.</i>	323	
— étain.		
54. Bismuth — étain Fer-blanc donnant un beau noir métallique.	324	
— fer.		
55. Bismuth — étain Feux argent des peintres, ou argent en coquille.	44.	
— mercure.		
	Alliage pour vernir les figures de plâtre.	44.
56. Bismuth — étain Alliage pour prendre des empreintes.	325	
— plomb.	Soudures molles.	44.
	Alliage entrant en fusion à une température basse.	326
	Alliage pour la trempe des instruments tranchants.	327
58. Bismuth — mercure Falsification du mercure.	331	
— plomb.	Alliage qui se fondent lorsqu'on les frotte l'un contre l'autre.	44.
59. Bismuth — plomb Alliage fusible à la température de l'eau bouillante.	44.	
— zinc.		
62. Cuivre — étain — Bronze ferreux.	333	
<i>fer cru.</i>		

65. Cuivre — étain —	Nouvel étamage du cuivre plus résis-	Page-
fer ductile.	sant que celui ordinaire.	339
66. Cuivre — étain —	Alliage employé par les Romains	
plomb.	pour les staines, etc.	340
	Étamage du cuivre qui se distingue	
	par une couleur blanche.	341
68. Cuivre — étain —	Laiton de Romilly, très-estimé	
zinc.	pour les ouvrages en maritime.	342
	Alliage propre à la confection des	
	médailles et des staines.	62.
	Alliage pour la fabrication des plus	
	petits timbres d'horlogerie.	344
	Alliage pour la fabrication des bou-	
	tons.	63.
	Alliage pour faire les lames au	
	moyen desquelles on enlève l'excès	
	de couleur des cylindres à im-	
	primer les étoffes.	63.
	Alliage ayant la couleur de l'or.	64.
	Laiton des garnitures d'armes.	345
	Alliage propre à la fabrication des	
	médailles et des monnaies en	
	bronze.	64.
	Ancien bronze des canons en France.	347
71. Cadmium — fer —	Cuivre de Suède, remarquable par	
potassium.	sa flexibilité et sa mollesse.	352
72. Cuivre — fer —	Cuivre rosé de Tcha, en Syrie.	353
plomb.		
73. Cuivre — fer —	Alliage de Robert-Ferdé, plus dur	
zinc.	que la fonte de fer, et propre à	
	la fabrication des objets soumis	
	à l'action d'une eau corrosive,	
	ou exposés à un frottement con-	
	sidérable.	65.
75. Cuivre — nickel —	Pak-fong un cuivre blanc de la	
zinc.	Chine.	358
	Son imitation en Europe.	367
79. Cuivre — platine —	Alliage imitant l'or.	361
zinc.		
80. Cuivre — plomb —	Laiton propre aux travaux des tour-	
zinc.	neurs.	362
	Variété de chrysocollé.	363
Alliages Métalliques.		72.

81. <u>Cuivre—potassium</u>	Moyen d'améliorer la liaison des- — zinc.	vis pour le travail au marteau.	386
88. <u>Fer — mercure —</u>		Moyen d'obtenir un amalgamé de fer.	387
90. <u>Fer — mercure —</u>		idem.	388
91. <u>Fer — or — platine.</u>		Alliage particulièrement approprié pour la fabrication des miroirs métalliques et des télescopes.	42.

ALLIAGES QUATERNAIRES.

4. <u>Antimoine — or —</u>	Alliage propre à la confection de gend — cuivre — zinc.	miroirs métalliques.	373
5. <u>Argent — antimoine</u>		idem.	44.
6. <u>Argent — cuivre —</u>			
7. <u>Argent — antimoine</u>	Alliage propre à la confection des — zinc.	boutons, boutons, et autres ou- vrages de bois.	374
		Alliage semblable à l'argent.	44.
10. <u>Antimoine —</u>	Composition du plus beau <i>Pasteur</i> — cuivre — zinc.	des Anglais.	375
12. <u>Antimoine —</u>	Alliage anglais, dit <i>metal de St</i> — zinc — plomb.	James, dont on fait des billes imitant celles d'argent.	376
14. <u>Argent — cuivre —</u>	Composition de monnaies et de mé- — zinc — or.	dailles antiques.	377
15. <u>Antimoine —</u>	Alliage propre à la confection des — zinc — plomb.	miroirs métalliques.	378
16. <u>Argent —</u>	Alliage dont étaient formées cer- — zinc — plomb.	taines anciennes monnaies.	379
17. <u>Arsenic —</u>	Alliage propre à la confection des — zinc — plomb.	miroirs de télescopes.	44.
19. <u>Antimoine —</u>		idem.	44.
20. <u>Arsenic —</u>		idem.	389
	— zinc.		

23. *Argent — cuivre* — Variétés d'or natif de Sibérie et
— *fer — or* — de Transylvanie. 384
24. *Antimoine — cuivre* — Alliage stable, quant à la cou-
— *re — fer — leur*, à l'argent à 11 deniers de fin. 385
27. *Acier — cuivre* — Pak-ling perfectionné.
— *nickel — zinc* — 386
28. *Argent — cuivre* — Alliage présentant l'apparence de
— *or — platine* — celui tenu, dans le commerce,
— sous le nom de *dard*. 387
32. *Bismuth — étain* — Alliage plus finible que ceux dési-
— *gnés par les noms de* *Spéckel*,
Bombey, *Krafft*, *Rose* et *d'arsen*. 388
- Alliage propre aux injections mé-
— *taliques*. 389
- Alliage propre à l'étirage de l'in-
— *terieur des globes de verre et des*
filloires creux. 390
- Alliage produisant du froid par
— *fusion et composition*. 391
36. *Calcium — cuivre* — Composition du cuivre rouge de
— *fer — potassium* — *Salses*, remarquable par sa mal-
— *leabilité et sa ductilité*. 392
37. *Cobalt — cuivre* — Composition d'un alliage anglais dit
— *nickel — zinc* — *Argentine*. 393
38. *Cuivre — étain* — Composition de certains étains du
— *fer — plomb* — commerce. 394
39. *Cuivre — étain* — Composition de certains étains de
— *fer — zinc* — *cloche*. 395
40. *Cuivre — étain* — Alliage imitant le pak-ling de la
— *nickel — zinc* — Chine. 396
41. *Cuivre — étain* — Composition d'une cloche anglaise.
— *plomb — zinc* — Composition de divers étains en
— *cuivre jaune*. 397
- *Bronze des frères Keller*. 398
- Composition de certaines médailles
— *romaines*. 399
42. *Cuivre — fer — nickel* — Alliage d'un rouge aussi foncé que
— *gros — tungstène* — le cuivre pur. 400
44. *Cuivre — prisme* — Composition du *loutenagus* de la
— *del — zinc* — Chine, ou du cuivre blanc. 401

Suite du n ^o 44.	Composition du pak-fong et du cuivre blanc allemande.	406
	Amélioration du pak-fong fabriquée par M. Geradof.	id.
50. Cuivre — nickel — plomb — zinc.	Alliage imitant le pak-fong de la Chine.	408

ALLIAGES QUINTUPLES.

3. Arsenic — cui- tre — étain — fer — plomb.	Analyses des étains du commerce.	410
6. Arsenic — cuivre — étain — platine — zinc.	Alliage de Casper pour miroirs métalliques.	413
12. Cobalt — cuivre — étain — fer — nickel.	Pierre météorique de Blauke, tombée le 23 novembre 1835.	415
13. Chrome — cobalt — fer — manganèse — nickel.	Fer météorique d'Eylshagen en Basse-Saxe.	418
15. Cuivre — étain — fer — nickel — zinc.	Alliage connu dans le commerce sous le nom de melchior, argenté, etc.	id.
	Précaution à prendre pour ne point la confondre avec l'argent.	417
17. Cuivre — fer — pak- indium — platine — rhodium.	Composition du minéral de platine de Gorobogodai, en Sibirie.	418

ALLIAGES SEXTUPLES.

1. Antimoine — argent — arsenic — cuivre — fer — zinc.	Composition du cuivre gris antimonial de Carbières (Avignon), riche en argent.	420
2. Antimoine — cobalt — cuivre — nickel — plomb — zinc.	Composition des acories d'alliage du cuivre, au petit foyer de Mosen (grand-duché de Rhin).	id.
3. Cobalt — cuivre — étain — fer — nickel — zinc.	Alliage blanc d'argent fabriqué à Paris et connu sous le nom de Maillechort.	421

4. Cuivre — fer — iri- Composition d'une variété de grains
dium — palladium de platina, de Nischne-Taglak,
platine—rhodium, en Sibirie. 421

ALLIAGES SEPTUPLES.

1. Antimoine — argent Composition des plombs des mines
— arsenic — cuivre de Freyberg (Saxe). 422
— fer — plomb —
zinc.
3. Antimoine—argent Composition d'un alliage provenant
— arsenic — cuivre de la distillation d'un amalgame
—mercure — nickel d'argent, préparé à Freyberg. 423
— plomb.
5. Cobalt — cuivre Analyse du fer métallique de la
— diam — fer — ni- masse météorique découverte par
gadium — manga- M. Pallas, en Sibirie. 424
nèse — nickel.
7. Cuivre — fer — iri- Analyse du minerai de platina
dium — osmium — de Borlascos en Colombie. 425
palladium — pla-
tine — rhodium.

ALLIAGES OCTUPLES.

2. Argent — arsenic — Analyse des masses dites opites,
plomb — cobalt — de Fusine à plomb d'Untermold,
cuivre — fer — nickel près de Freyberg. 427
— plomb.
3. Arsenic — cobalt — Analyse de la masse de fer mété-
cuivre — fer — man- rique trouvée en 1854 dans les
gante — molybdène environs de Magdebourg. id.
nickel — silicium.
- (A été compris par er-
 reur dans les alliages
 septuples.)

ALLIAGES MONOTUPLES.

1. Antimoine—argent Analyse du cuivre noir employé
—arsenic—bismuth— dans les usines à liquation, de
cuivre—fer—nickel Gravel.
—plomb—zinc.
2. Antimoine—argent Analyse des monnaies ordinaires de
—argent—cobalt l'usine à plomb d'Untersmold,
—cuivre—fer — près de Freyburg.
nickel—plomb—
—zinc.
3. Argent—arsenic— Analyse du cuivre noir des usines
bismuth—cobalt— de Freyburg. 439
cuivre—fer—nickel
plomb—zinc.

ALLIAGE DÉCUPLE.

44.

- Antimoine—argent— Composition d'un spiege produit
arsenic—bismuth— dans les usines à liquation de
cobalt—cuivre—fer Gravel.
nickel—plomb—zinc. 451

FIN DE LA TABLE ANALYTIQUE.

